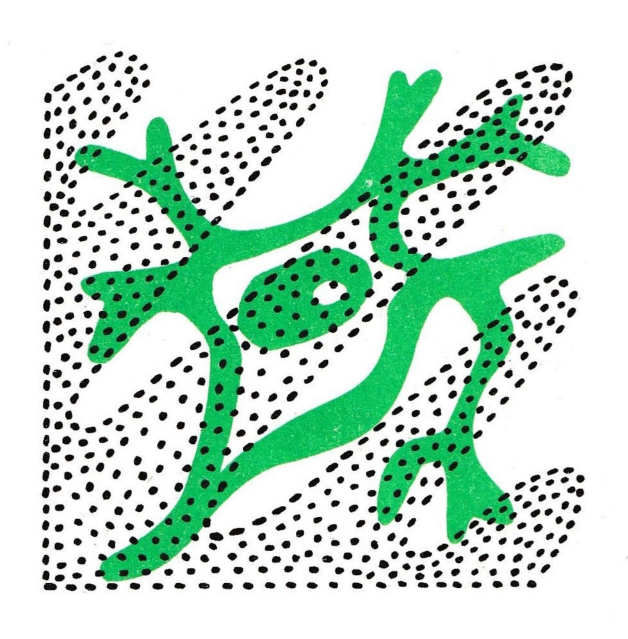
Миллиметровые волны в биологии и медицине

N 2

Октябрь

1993



Москва

Журнал **"Миллиметровые волны в биологии и медицине"** зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации: свидетельство о регистрации средства массовой информации номер 0110708 от 27 мая 1993 года.

Адрес редакции:
103907 Москва, ГСП-3, ул. Моховая 11, ИРЭ РАН для МТА-КВЧ
Телефон: (095) 203-47-89
Факс: (095) 203-84-14

Наши реквизиты:
Получатель:
Комбанк "Спецстройбанк" МТА-КВЧ, счет 46760.
Банк получателя:
РКЦ ГУ ЦБ РФ г.Москва МФО 44583001, уч. 83. Кор. счет 161942.

Медико-техническая ассоциация "КВЧ", Научное медико-биологическое общество "КВЧ"

Миллиметровые волны в биологии и медицине

Журнал основан в декабре 1992 года

Москва

Выходит 2 раза в год

N 2 Октябрь 1993

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Статьи

Краткие сообщения

Содержание

Millimeter Waves in Medicine and Biology

N 2 October 1993

CONTENTS

Contents

Pages

Experience of MM-Wave Radiation in Medical Application

СЕНСОРНЫЕ И СУБСЕНСОРНЫЕ РЕАКЦИИ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА НА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНЫХ ММ-ВОЛН

Н.Н.Лебедева

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г.Москва

1. Введение

Исследования, проведенные на молекулярном, клеточном, органном уровнях, показали, что живые системы независимо от уровня их организации чувствительны к действию миллиметровых волн нетепловой интенсивности, при этом существуют общие закономерности биологических эффектов как для микроорганизмов, растений, так и для млекопитающих [1, 2].

Установлено, что ММ-воздействие на кожную поверхность области операции стимулирует регенерационные процессы в нерве. Наблюдалось ускорение роста нервных волокон в процессе их миелинизации, а также изменение физиологических характеристик нервного волокна [3].

ММ-волны могут оказывать непосредственное воздействие не только на элементы кожи и отдельные нервные волокна, но и на нейроны обнаженной коры головного мозга [4]. При этом паттерн реакции был сходен с известными в сенсорной физиологии ответами на внешний стимул, а сама реакция отмечалась как на включение, так и на выключение поля.

Воздействие ММ-излучения на очаги возбуждения, созданные аппликацией растворов стрихнина и пенициллина в коре ненаркотизированных кошек, подавляло суммарную нейронную активность, что свидетельствует о противосудорожном эффекте ММ-волн [5]. Однако наиболее выраженное действие наблюдалось в условиях нембуталового наркоза [6], когда противосудорожное действие отмечалось на моделях как одиночного эпилептического очага, так и многоочагового комплекса, кроме того, отсутствовало восстановление активности одиночных очагов после прекращения воздействия.

При изучении опосредованного действия ММ-излучения на целостный организм животных выявлено изменение их поведенческих реакций. Так, в работе [7] было показано, что КВЧ-поле с длиной волны 7,1 мм способно модифицировать при облучении затылка условно-рефлекторную деятельность крыс, что проявилось в ускорении переделки ранее выработанного условного пищевого рефлекса и замедляло возникновение нарушений в условно-оборонительных рефлексах.

О чувствительности нервной системы к действию ММ-волн свидетельствуют косвенные данные: эффективность применения ММ-терапии при депрессивных состояниях [8], нормализация функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) при ММ-терапии различных заболеваний [9 и др.]. При ММ-воздействии в клинических условиях отмечалась нормализация показателей ЭЭГ - снижение мощности медленноволнового компонента и восстановление нарушенных межзональных различий [10].

Все вышеизложенное определило задачу нашей работы - изучение влияния низкоинтенсивного ММ-воздействия на ЦНС здорового человека при периферическом воздействии.

Выбор периферического воздействия (а не общего) также определился рядом причин: во-первых, желанием получить ответ на вопрос могут ли такие слабые, неспецифические стимулы, как низкоинтенсивные электромагнитные поля (ЭМП), вызвать ответ в центральных отделах нервной системы; во-вторых, тем, что при ММ-терапии используется, главным образом, рефлекторное воздействие (зоны Захарьина-Геда, биологически активные точки); в-третьих, при гигиеническом нормировании специалисты на производстве чаще сталкиваются с ситуацией, когда в зону действия ЭМП попадают руки работающих.

2. Сенсорные реакции на различные ЭМП при периферическом воздействии

Несмотря на отдельные публикации [11, 12] долгое время было распространено мнение, что биологическое воздействие ЭМП реализуется у человека на субсенсорном уровне. Однако в последние годы наблюдается интерес к сенсорной индикации в виде радиозвука, магнитофосфена или кожных ощущений. В 70-х годах прошлого века обнаружили, что переменное магнитное поле (МП), действующее на голову субъекта, может вызывать у него ощущение вспышек света, т.е. магнитосфен. Наилучшие ощущения магнитосфена возникали при частоте 10-20 Гц с индукцией 20 мТл [13]. В 80-х годах прошлого века стали описывать ощущения людей при воздействии постоянным магнитом на кожную поверхность в виде покалываний, зуда, тяжести [11]. В 60-х годах нашего столетия обнаружили, что радиоволны, модулированные звуковой частотой, могут ощущаться в виде свиста, жужжания или щелканья. Предполагали, что ощущение вызывается или непосредственно действием ЭМП на ткань мозга, или через возбуждение улитки уха посредством механических перемещений, вызванных ЭМП [14]. В 1976 году Ю.А.Холодовым был предложен метод сенсорной индикации МП. Модификацию этого психофизического метода мы и применяли в наших экспериментах, изучая кожные ощущения, возникающие при воздействии поля.

Была создана экспериментальная установка для изучения сенсорной реакции в автоматизированных опытах с учетом требований современного психофизического исследования. Основным узлом установки является программирующее управляющее устройство, которое производит дозированную во времени подачу ЭМП-сигналов, а также осуществляет ложные предъявления. ЭМП-сигналы подаются в случайном порядке с равномерным распределением. Одновременно с управляющим воздействием испытуемому через динамик подаются звуковые сигналы начала (1 щелчок) и конца (2 щелчка) предъявления, а с выхода 3 - начало и конец каждого воздействия в соответствующем кодовом изображении для разных видов сигналов записываются на магнитный носитель.Таким образом, ни испытуемый, ни экспериментатор не знали, какой сигнал в каждый момент подавался. Испытуемый в момент возникновения ощущения нажимал кнопку, сигнал от которой подавался на другой канал магнитного носителя, что позволяло фиксировать величину латентного периода реакции $T_{лат}$. Время предъявления ЭМП-сигнала или пустой пробы - 1 минута, интервал между пробами также составлял около 1 минуты. Если испытуемый распознавал поле раньше минуты, то нажатием на кнопку К он прекращал

подачу ЭМП. После этого испытуемый давал словесный отчет о возникших ощущениях.

Для оценки ЭМ-чувствительности использовали показатели прочности реакции - ПрР (отношение числа правильно распознанных проб к общему числу ЭМП-сигналов) и уровня ложных тревог - УрЛТ (отношение числа утвердительных ответов к общему числу пустых проб). Кроме этого, испытуемые оценивали наличие или отсутствие поля в пробе по 4-м категориям. Эти результаты были необходимы для построения рабочих характеристик приемника (РХП) - зависимости вероятности распознавания от вероятности появления ложных тревог. При анализе $T_{лат}$ строили суммарные гистограммы истинных реакций и ложных тревог.

В экспериментах участвовали 40 практически здоровых испытуемых обоего пола в возрасте от 17 до 35 лет. Испытуемый располагался в звукоизолированной экранированной экспериментальной камере. Воздействие осуществляли попеременно на кисть правой или левой руки. С каждым испытуемым было проведено по 10 опытов, т.е. было дано в общей сложности по 200 предъявлений.

Первичные данные обрабатывались на ЭВМ PC-Amstrad по программам Statgraph с использованием непараметрических критериев оценки достоверности различий (знаковый критерий для парных выборок и критерий Манна-Уитни), а также t-критерия Стьюдента для альтернативной изменчивости.

Для контроля физиологического состояния перед опытом и после измеряли артериальное давление и частоту пульса.

Для изучения электромагнитной чувствительности человека к ЭМП КВЧ использовали специальный генератор на диоде Ганна с частотой 37,7 ГГц (длина волны-8 мм) и падающей мощностью на раскрыве рупора - 15 мВт/см^2, а также терапевтические аппараты "Явь-1" с частотами 42,25 ГГц (длина волны 7,1 мм) и 53,57 ГГц (длина волны 5,6 мм), с падающей мощностью на конце гибкого диэлектрического волновода 5 мВт/см^2 и аппарат "Шлем" с центральной частотой излучения 42,25 ГГц и полосой одновременно излучаемых частот 200 МГц, с падающей мощностью на раскрыве рупора 10 мВт/см^2. Во всех сериях воздействовали полем на правую и левую руки, на тыльную сторону кисти в области биологически активной точки ХЭ-ГУ (4 Gi). Сводные данные приведены в таблице.

Серия	Частота ЭМП	Группа	Число испытуемых, чел.	Прочность реакции, %	Уровень ложных тревог, %
I	37,7 ГГц	1	3	67,7±6,4	35,6±9,3
		2	7	53,5±4,9	51,3±8,6
II	42,25 ГГц ("Явь-1")	1	8	64,3±10,5	20,6±11,2
		2	2	59,0±14,2	43,5±16,2
III	42,2 ГГц± 200 МГц ("Шлем")	1	5	63,0±10,5	45,5±10,0
		2	5	44,0±3,3	45,3±13,6
IV	53,57 ГГц ("Явь-1")	1	7	69,1±8,7	31,4±7,1
		2	3	49,8±9,7	48,8±11,2

Из таблицы можно видеть, что наибольшее число испытуемых из группы хорошо распознает ЭМП КВЧ-диапазона "терапевтических" длин волн - 7,1 и

5,6 мм, создаваемых аппаратами "Явь-1". Хуже всего распознается КВЧ-сигнал с длиной волны 8 мм (37,7 ГГц).

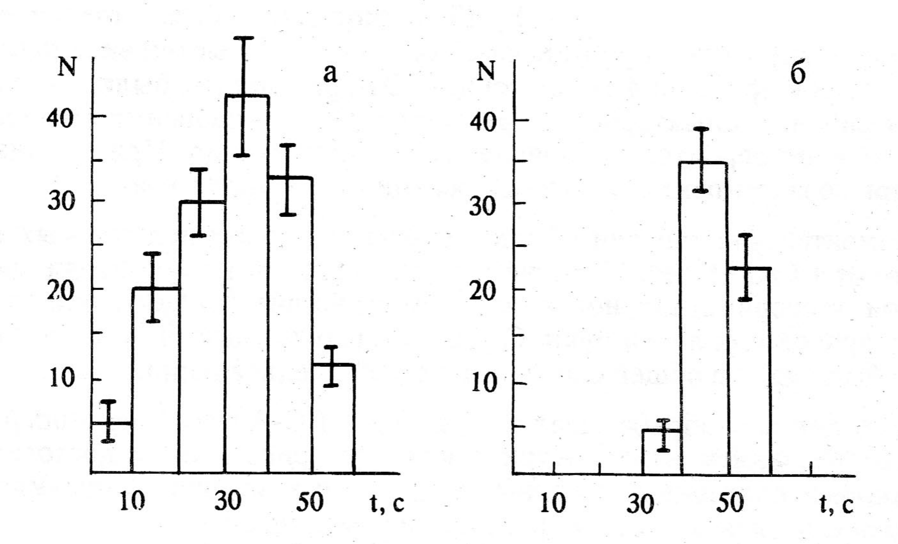


Рис.1. Гистограммы распределения латентных периодов $T_{лат}$ при сенсорной индикации МП ИНЧ (а) и КВЧ-излучением (б)

Анализ латентных периодов свидетельствует о том, что при восприятии ЭМП ММ-диапазона не происходит разделения испытуемых на группы по времени реакции, как в случае с магнитными полями инфранизкой частоты (МП ИНЧ) [15] - практически ни в одной серии нет ни "коротколатентных", ни "среднелатентных" испытуемых. Гистограмма распределения $T_{лат}$ мономодальна. Среднее значение латентного периода составило 46,1 $\pm$5,8 с (рис.1).

По модальности ощущений преобладали реакции типа давления (46,7%), покалывания (36,3%), зуда (8,9%), а также термальные (5,3%) и прочие ощущения (2,8%). Все ощущения локализовались главным образом в области ладони.

С целью выяснения существования сенсорной асимметрии при действии такого неспецифического раздражителя как ЭМП поле в опытах подавалось попеременно на левую и на правую руки. С использованием тестов на моторную и сенсорную асимметрию: переплетение пальцев, "поза Наполеона", аплодирование, проба Розенбаха, тест "тиканье часов" - было выявлено, что среди испытуемых два амбидекстра, трое левшей, остальные - правши. В экспериментах амбидекстры (все оказались хорошо распознающими) различали поле при подаче как на левую, так и на правую руку. Остальные испытуемые достоверно отличали ЭМП от пустых проб неведущей рукой (левши - правой, правши - левой).

Во всех сериях у испытуемых проводили замеры электрического и болевого порогов. Отмечено, что у хорошо распознающих ЭМП (длительность импульса 5 мс и частота 1 Гц) испытуемых эти пороги ниже (7,6-13,6 В и 12,1-27,3 В соответственно), чем у плохо распознающих (13,6-18,2 В и 27,3-36,4 В). У двух испытуемых, которые совсем не распознавали поле, пороги составили: электрический - 36,4 В, болевой - более 45,5 В.

Анализ данных физиологического контроля свидетельствует о том, что после опытов в 43,3% случаев наблюдалось незначительное повышение частоты пульса, в 40,0% - его незначительное снижение, в 16,7% - изменений не было; пульсовое давление в 56,7% снижалось, в 16,7% - имело тенденцию к повышению, в 26,6% случаев изменений не было.

Основные выводы из анализа результатов по исследованию ЭМ-чувствительности человека состоят в следующем.

1. Человек способен достоверно различать ЭМ-сигналы от пустых проб.

2. ЭМ-чувствительность человека, кроме его индивидуальных особенностей, определяется биотропными параметрами поля: частотой, формой импульса, экспозицией, локализацией.

3. Модальность возникших ощущений (давление, покалывание, прикосновение, "мурашки", жжение) свидетельствует об участии в рецепции ЭМП кожного анализатора.

4. Латентный период реакции на ЭМП в среднем составил десятки секунд (20-60 с).

5. Выявлена асимметрия восприятия ЭМП в зависимости от того, на какую руку (правую или левую) осуществлялось воздействие.

Полученные результаты представляются весьма интересными по трем причинам. Во-первых, у человека не обнаружено специфического рецепторного аппарата для восприятия ЭМП; во-вторых, такие большие латентные периоды не характерны для известных сенсорных систем, где они обычно составляют сотни миллисекунд; в-третьих, многие годы у ученых существовало убеждение, что восприятие ЭМП может осуществляться только на подсознательном уровне, т.е., что ЭМП являются неосознаваемым раздражителем.

Какие же рецепторы могут стать приемниками ЭМ-стимула? Видимо, стоит выделить два элемента рецепции:
1) механизм первичного взаимодействия ЭМП с веществом биологического объекта;
2) собственно механизм рецепции биологическим объектом ЭМП.

Первый механизм является предметом изучения биофизиков. Даже слабые ЭМП через магнитные и спиновые эффекты могут влиять на кинетику (направленность и скорость) химических реакций, реакций рекомбинации с участием радикалов с неспаренными электронами, которые обладают моментами количества движения и магнитными моментами.

Еще более сложные процессы происходят при облучении поверхности кожи КВЧ-излучением, когда главным "приемником" энергии становятся свободные молекулы воды [16]. Однако нас интересуют физиологические, "вторичные" механизмы рецепции, которые обеспечивают реакцию ЦНС на ЭМП.

По анализу возникающих у испытуемых субъективных ощущений это могут быть или механорецепторы, или болевые рецепторы, или свободные нервные окончания - немиелинизированные эфферентные волокна без корпускулярных структур на конце.

Такая модальность как механорецепция или тактильная чувствительность объединяет четыре качества: ощущения прикосновения, давления, вибрации, щекотания.

Из сенсорной физиологии известны следующие виды механорецепторов: очень быстро адаптирующиеся - тельца Пачини; быстро адаптирующиеся - тельца Мейснера и рецепторы волосяного фолликула и медленно адаптирующиеся - тактильные диски, диски Меркеля, окончания Руффини. Видимо, не стоит рассматривать быстро адаптирующиеся механорецепторы - тельца Мейснера и рецепторы волосяного фолликула, поскольку разряд в них прекращается через 50-100 мс после включения адекватного стимула, а для рецепции таких неспецифических и слабых стимулов, какими являются низкоинтенсивные ЭМП, нужны либо медленно адаптирующиеся рецепторы, либо рецепторы с фоновой активностью, а лучше - то и другое вместе. Из механорецепторов такими могут быть только окончания Руффини, тактильные диски, диски Меркеля.

Болевые рецепторы (ноцицепторы) кожи представляют собой свободные нервные окончания с тонкими миелинизированными или немиелинизированными нервными волокнами. Предположение о том, что ноцицепторы могут осуществлять рецепцию ЭМ-сигнала основывается на следующем: полиспецифичность по отношению к стимулам; модальность ощущений - покалывание, жжение, которые специалистами трактуются как "предболь"; опыты, показавшие исчезновение ЭМ-чувствительности у людей при обработке кожи в месте воздействия хлорэтилом, включающим болевые рецепторы [17]; факты из лечебной практики - при воздействии КВЧ-волн на соответствующий дерматом в больном органе возникает сенсорный отклик, что может быть следствием конвергенции ноцицептивных афферентов от дерматомов внутренних органов на одни и те же нейроны болевых путей, при этом возникает гиперчувствительность кожи из-за того, что висцеральные импульсы повышают возбудимость вставочных нейронов и возникает фасилитация ("облегчение").

Непривычно велики латентные периоды сенсорных реакций на ЭМП-воздействие. В каком месте рефлекторной дуги могут "набегать" такие задержки, которые на три порядка превышают время реакции в зрительной, слуховой сенсорных системах? Фактически рефлекторная дуга при сенсорных реакциях состоит из четырех основных блоков: рецептивное поле - проводящие пути - подкорковый блок анализа стимулов - корковый блок анализа, формирования ощущения и вербализации. В первом блоке при "работе" любых рецепторов больших задержек возникнуть не может. Во втором блоке могут возникнуть значительные времена при условии многих синаптических переключений, проведения афферентных сигналов по немиелинизированным нервным волокнам, включения гуморальных звеньев. В третьем и четвертом блоках могут возникнуть существенные задержки из-за трудностей идентификации такого неспецифического сигнала, как ЭМП.

При изучении соматосенсорной системы принято подразделять афферентные, центростремительные пути и соответствующие центральные отделы на филогенетически молодую специфическую и филогенетически старую неспецифическую системы. Термин "специфическая соматосенсорная система" применяется к тем центральным нервным компонентам, которые имеют только один анатомически и нейрофизиологически идентифицируемый главный вход от одной периферической

сенсорной поверхности (механорецепторы кожи, рецепторы глаза и внутреннего уха). В неспецифической системе афферентные входы не так четко определены, система может возбуждаться сигналами, сходящимися от всех сенсорных поверхностей (полимодальная или полисенсорная конвергенция).

Характерной особенностью специфической системы является ее соматотопическая организация, упорядоченное (топографическое) отображение кожи, периферической сенсорной поверхности на всех "станциях" переключения.

В неспецифической соматосенсорной подсистеме, называемой экстралемнисковой, наиболее важными компонентами являются ретикулярная формация ствола мозга и неспецифические ядра таламуса. Эта подсистема связана практически со всеми областями коры больших полушарий. Связи диффузны и в них почти совсем отсутствует соматотопическая организация. Кроме того, существуют связи с гипоталамусом, с лимбической системой и подкорковыми центрами моторной коры. Основные функции неспецифической системы - эмоциональная окраска восприятия, контроль состояния сознания, ориентировочные реакции. Учитывая все вышесказанное, представляется логичным предположить, что, главным образом, экстралемнисковая соматосенсорная система обеспечивает проведение и восприятие ЭМ-импульса. В рамках этого предположения можно объяснить и те положительные эмоции, которые возникают у больных при ЭМ-терапии, о чем так часто сообщают врачи.

Хотелось бы отметить хорошие количественные совпадения наших экспериментальных данных по сенсорной индикации КВЧ-излучения с физиологической гипотезой И.В.Родштата [18] в части его расчетов времени рефлекторной дуги при воздействии ММ-волн. Действительно, если в опытах по изучению ЭМ-чувствительности человека к инфранизкочастотным МП испытуемые практически всегда разделялись на три группы по времени реакции - "коротколатентные" ($T_{лат}$= 5-20 с), "среднелатентные" ($T_{лат}$= 20-40 с) и "длиннолатентные" ($T_{лат}$= 40-60 с) [15], то при сенсорной индикации КВЧ-поля гистограмма распределения латентных периодов имела единственный пик в области 40-50 с и очень малый разброс (см. рис.1).

Таким образом, можно говорить о медленной системе начального реагирования при восприятии ЭМП, которая включает в себя как нервное, так и гуморальное звено.

Проблема восприятия низкоинтенсивных ЭМП является частью сенсорной физиологии слабых сигналов и представляется в настоящее время еще весьма далекой от разрешения.

Сенсорная физиология или психофизика, которая, включая в себя такие подразделы как объективная и субъективная сенсорная физиология, изучает сенсорные реакции живого организма на воздействие различных факторов окружающей среды. Однако до последнего времени все психофизические исследования касались, главным образом, раздражителей, имеющих специфический для них рецепторный аппарат, - свет, звук, холод-тепло, болевые стимулы, различные виды тактильных раздражений (вибрация, давление, прикосновение и т.п.). Электромагнитные поля следует отнести к неспецифическому виду раздражителей, т.к. в настоящее время, по крайней мере у человека, не известны специфические рецепторы, которые воспринимали бы ЭМ-излучение. Кроме того, применяемые нами в опытах ЭМП явля-

лись низкоинтенсивными, и в связи с этим существует проблема выделения сигнала из шума, поскольку собственные шумы сенсорной системы могут вызывать такие ответы, которые не отличаются качественно от ответов, возникающих под действием сигналов ложной тревоги. Чтобы учесть эти шумы, мы применяли в опытах ложные воздействия ("пустые пробы").

Что же может быть источником ложных тревог в сенсорной системе? Их несколько.

В основе каждого ощущения как образа сигнала, сколь бы он слабым ни был, лежит специфический пространственно-временной паттерн возбуждений. Соответствующие сигналу упорядоченные паттерны могут возникать на основе временных связей по механизму условного рефлекса, в частности условного рефлекса на время, если интервалы подачи сигналов остаются достаточно постоянными (что имело место в наших опытах). Следовательно, не исключено, что ощущение может возникать условно-рефлекторным путем и быть сенсорным источником реакций ложной тревоги. Результаты ряда исследований подтверждают возможность условно-рефлекторного вызова ощущений слабого сигнала разных модальностей [19, 20].

Еще одним источником возникновения упорядоченного паттерна возбуждений в отсутствие сигнала может стать "предпусковая интеграция" - скрытое афферентно-эфферентное образование, возникающее в результате частичного афферентного синтеза при ожидании пускового сигнала, т.е. скрытая система возбуждений, приготовленная различными предшествующими условиями, способная сформировать реакцию, как только подействует пусковой стимул [21].

Особенно очевидна приспособительная роль такой интеграции при обнаружении слабых сигналов, когда находящаяся в состоянии скрытого возбуждения система уже подготовлена к ответу и может актуализироваться при действии очень слабых афферентаций. "Предпусковая интеграция" - это физиологический механизм, обеспечивающий состояние селективного внимания при выполнении задачи восприятия слабого сигнала. При низком уровне интеграции человек не ощущает и не осознает слабых сигналов, а при высоком уровне у него могут возникать ложные тревоги.

Еще одним источником ложных тревог может стать использование испытуемым в опытах стратегии угадывания, когда ответы о наличии сигнала, как и ложные тревоги, не основываются на ощущениях.

"Объективизировать" субъективные ощущения в опытах по восприятию слабых сигналов можно специальными методическими приемами проведения эксперимента, набором достаточно большого количества экспериментальных данных для статистической обработки.

Вероятнее всего, что у плохо распознающих испытуемых "работают" все три источника ложных тревог, тогда как у хорошо распознающих - главным образом "предпусковая интеграция", которая наряду с ложными тревогами обеспечивает высокий уровень селективного внимания для восприятия низкоинтенсивных ЭМП.

3. ЭЭГ-реакции на электромагнитные поля при периферическом воздействии

Одним из важнейших показателей функционального состояния организма является его церебральная деятельность, оцениваемая параметрами ЭЭГ, ритм кото-

рой отражает нейрональные связи, объединяя разные зоны коры и подкорковых образований в динамические рабочие ансамбли.

Использование современных методов анализа ЭЭГ на ЭВМ, а также системный подход к деятельности мозга человека дали толчок к развитию направления работ, позволяющих судить о функционировании мозга на основании изучения пространственно-временной организации его электрических процессов и позволили высказать определенные суждения о происхождении разных форм биоэлектрической активности и изменений их при различных функциональных состояниях [22, 23].

Изменения ЭЭГ под влиянием ЭМП изучались, главным образом, у животных: кроликов, крыс, обезьян [24, 25], при этом в исследованиях применяли общее воздействие, когда в зону действия ЭМП попадал весь организм, включая головной мозг. В доступной нам литературе экспериментальных работ по изучению электрофизиологических реакций ЦНС у человека при периферическом воздействии ЭМП практически нет, за исключением работ Л.Клитцинга, который наблюдал изменения фоновой ЭЭГ человека при периферическом воздействии достаточно интенсивных ПМП (свыше 0,2 Тл). При этом спектр ЭЭГ сдвигался в сторону преобладания медленных волновых процессов [26].

Для воздействия использовали ЭМП синусоидальной формы частотой 37,7 ГГц с падающей мощностью на раскрыве рупора 15 мВт/см^2 и 42,25 ГГц с плотностью падающей мощности (ППМ) на конце диэлектрического волновода 5 мВт/см^2.

В опытах участвовали 19 практически здоровых испытуемых в возрасте от 20 до 35 лет.

Проводили 5 опытов с плацебо и 10 - с воздействием поля, из них в 5 экспериментах воздействовали на кисть правой руки и в 5 - на кисть левой руки. Раскрыв волновода помещался на тыльной стороне кисти в зоне биологической активной точки ХЭ-ГУ (4 Gi).

Во время опыта испытуемый размещался в удобном кресле в экспериментальной камере. Экспозиция поля составляла 60 или 30 минут. До и после опыта для контроля физиологического состояния измеряли артериальное давление и пульс.

Перед началом воздействия и сразу после него проводили запись ЭЭГ с восьми отведений в лобных (F_3-F_4), центральных (C_3- C_4), теменных (P_3-P_4) и затылочных (O_1-O_2) областях обоих полушарий. Регистрацию ЭЭГ осуществляли на электроэнцефалографе EEG-16 (Венгрия). В качестве индифферентного использовался объединенный ушной электрод.

Параллельно с записью на электроэнцефалографе ЭЭГ вводилась в режиме "on-line" в ЭВМ PC-Amstrad для обработки по методу быстрого преобразования Фурье. Эпоха анализа - 12,5 с, пять отрезков по 2,5 с. Исследовали частоты от 0,3 до 30 Гц. Вычисляли спектры мощности и уровень когерентности как для каждого диапазона (дельта-1, дельта-2, тета-1, тета-2, альфа, бета-1, бета-2), так и для всей изучаемой полосы частот, а также величину среднего уровня когерентности $КОГ_{ср}$. Полученные данные подвергали вторичной статистической обработке по специальной программе.

Кроме того, для оценки текущих изменений пространственно-временной организации биопотенциалов неокортекса во время действия ЭМП при анализе ЭЭГ был применен метод хаотической динамики [27, 28]. Этот метод является наиболее адекватным в тех случаях, когда исследуемая система характеризуется сложным некогерентным поведением во времени и позволяет достаточно точно определить момент времени, в который система переходит в новое состояние. Расчет параметров структуры странного аттрактора дает возможность получить большой объем информации об исследуемой системе. Для описания странного аттрактора использовались размерность аттрактора ν и метрическая энтропия K, для чего был создан специальный алгоритм обработки ЭЭГ [29].

Запись ЭЭГ для формирования файлов проводили в трех состояниях: в фоне, до начала воздействия, в течение 30 минут экспозиции ЭМП КВЧ и после окончания воздействия по четырем парным отведениям (F_3-F_4, C_3-C_4, P_3-P_4, и O_1-O_2) на ЭВМ "PC-Amstrad". Для исследования использовали частоты от 0,05 до 30 Гц. Частота опроса по каждому из восьми каналов составляла 60 Гц.

Экспозиция ЭМП в течение 60 минут на кисть руки оказывала влияние на межцентральные отношения всего мозга. При этом выраженность возникающих перестроек пространственно-временной организации биопотенциалов определялась тем, на какую руку - правую или левую - воздействовали полем, а также частотой действующего ЭМП.

Анализ спектров мощности и показателей уровня когерентности $КОГ_{ср}$ свидетельствует о том, что основные изменения электрических процессов мозга, возникающие в результате воздействия ЭМП, происходят в медленноволновом диапазоне дельта- и тета-ритмов лобно-центральных областей коры.

Тесты на право- леворукость показали, что 30 испытуемых - правши.

В опытах с плацебо основные перестройки корковой ритмики можно охарактеризовать следующим образом: либо это снижение $КОГ_{ср}$, особенно в дельта-тета-диапазонах, либо сохранение фонового уровня, либо его незначительное повышение в отдельных диапазонах. Анализ спектра мощности показывает, что происходит снижение мощности ритмов, более выраженное в дельта-тета-диапазонах, и некоторое ее повышение в альфа-диапазоне. Таким образом, в результате опытов с плацебо (т.е. пребывания испытуемого в течение 60 минут в состоянии покоя в звукоизолированной камере) возникало состояние своеобразной "реакции ожидания" с особой пространственно-временной организацией биопотенциалов коры головного мозга.

ЭЭГ-реакции человека на периферическое воздействие ММ-излучения имеют много общего с воздействием МП ИНЧ [15] - это и реактивность переднецентральных отделов коры головного мозга в медленноволновом диапазоне и зависимость ответа от сенсорной и функциональной асимметрии. Однако воздействие ММ-волн определяет и ряд особенностей субсенсорной реакции. Во-первых, в отличие от МП ИНЧ при действии ММ-излучения в спектре ЭЭГ наиболее реактивным становится альфа-ритм. При этом после воздействия происходит значительное повышение его мощности (рис.2). Кроме того, у испытуемых с выраженным пиком альфа-ритма в фоновой ЭЭГ возникает его сдвиг в полосу более высоких частот (рис.3). У испы-

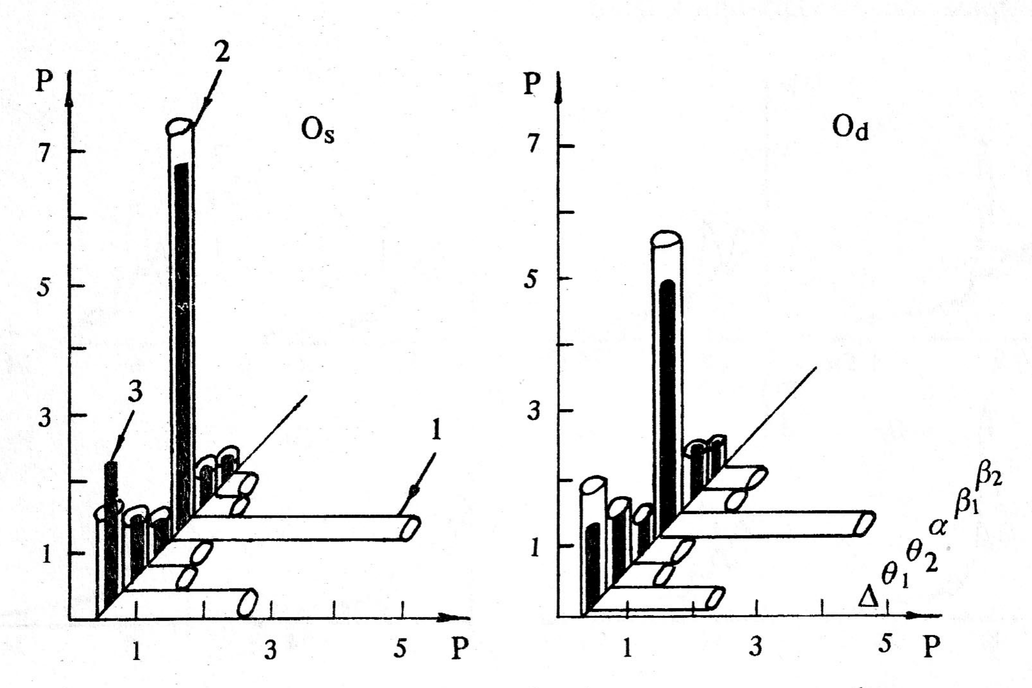


Рис.2. Динамика мощности ритмов (P) ЭЭГ (в % к фону) в затылочных областях левого (O_s) и правого (O_d) полушарий в опытах с плацебо (1) после 60-минутной экспозиции КВЧ (2 - при воздействии на правую руку, 3 - при воздействии на левую руку)

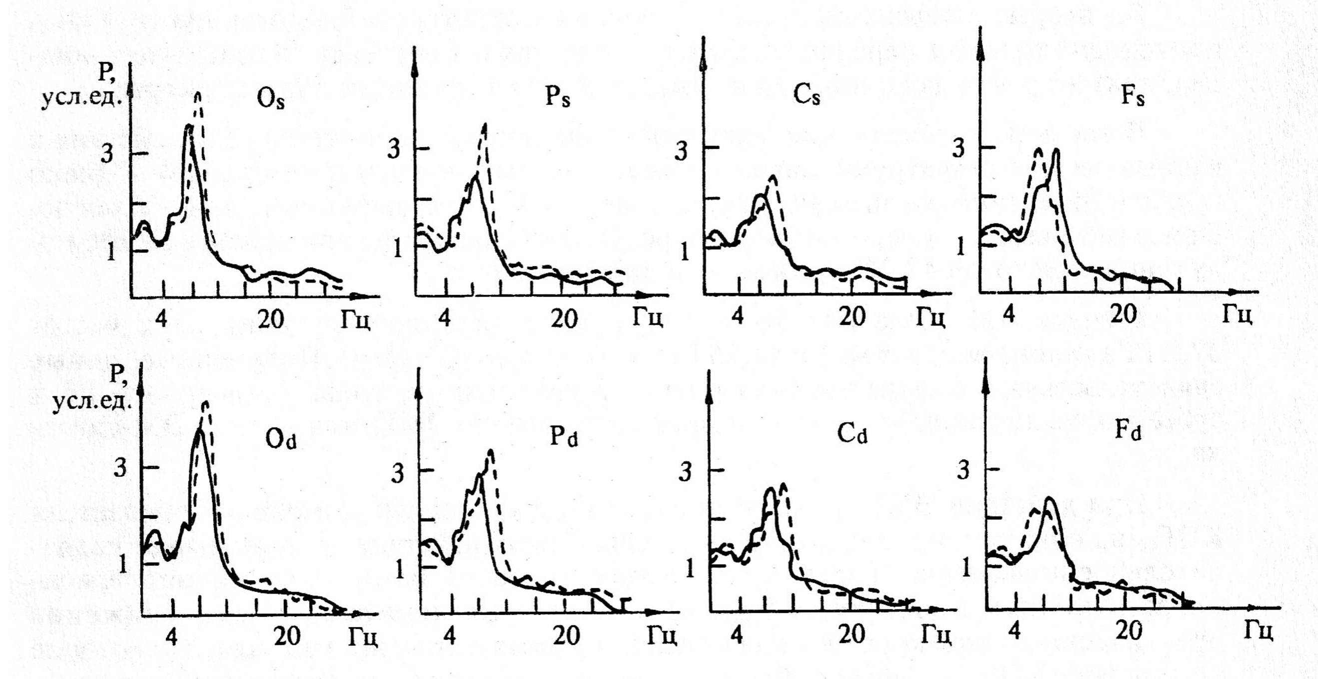


Рис.3. Спектральная мощность (P) ЭЭГ у испытуемого с выраженным альфа-ритмом до (—) и после (- - -) 60-минутной экспозиции КВЧ в левой (F_s, C_s, P_s, O_s) и правой (F_d, C_d, P_d, O_d) гемисферах

туемых с "рассеянным" типом фоновой ЭЭГ в результате КВЧ-воздействия появляется выраженный альфа-пик (рис.4).

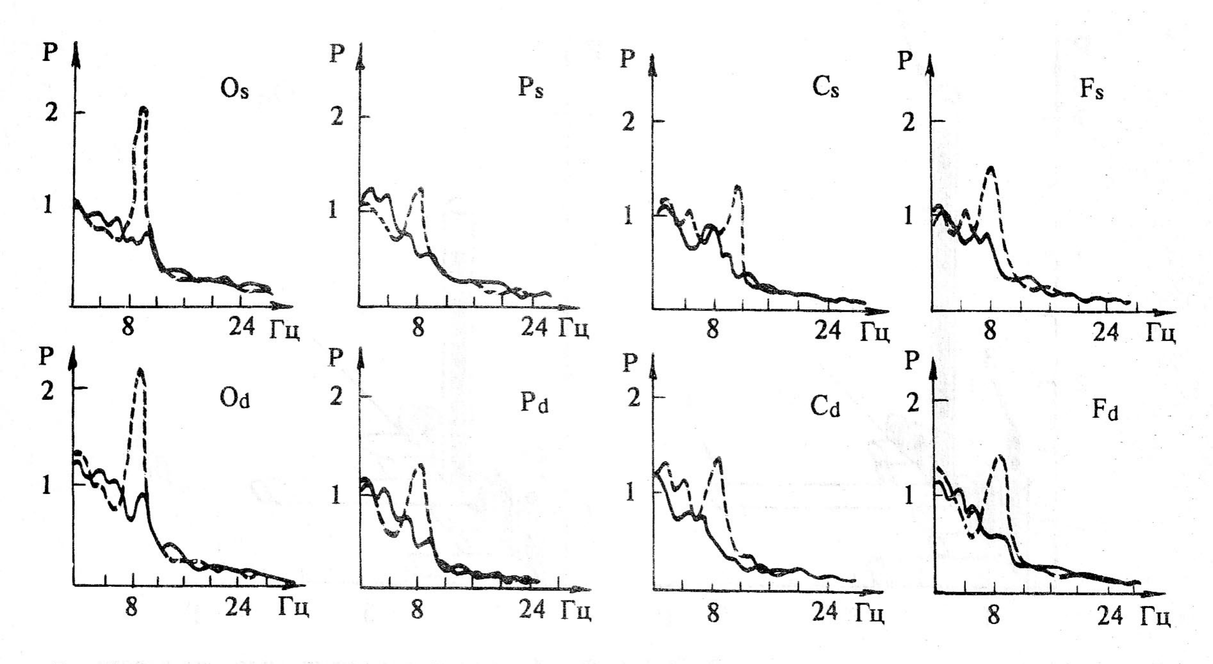


Рис.4. Спектральная мощность (P) ЭЭГ у испытуемого с "рассеянным" типом фоновой ЭЭГ до (—) и после (---) 60-минутной экспозиции КВЧ в левом и правом полушариях

Во-вторых, повышение среднего уровня когерентности биопотенциалов $КОГ_{ср}$ происходит только в переднецентральных отделах неокортекса (в дельта-тета-диапазонах) и практически никогда не бывает ответа в теменных областях коры.

В-третьих, возникающие перестройки биопотенциалов всегда (при действии и на правую, и на левую руки) значительнее в правом полушарии, чем в левом. Однако при действии поля на правую руку все реакции более выражены, чем на левую. Описанные выше экспериментальные результаты получены при действии КВЧ-излучения с частотой 42,25 ГГц и экспозицией 60 минут.

Внутри ММ-диапазона было исследовано влияние излучений двух частот 37,7 ГГц (длина волны 8 мм) и 42,25 ГГц (длина волны 7,1 мм). Полученные данные свидетельствуют о существенной роли в реализации не только сенсорных, но и субсенсорных реакций такого биотропного параметра ЭМП, как частота ЭМ-сигнала.

При действии ЭМП с частотой 37,7 ГГц достоверных изменений показателя $КОГ_{ср}$ не обнаружено: в одной группе испытуемых действие поля вызывает незначительное повышение среднего уровня когерентности, более выраженное в темено-затылочных областях, в другой группе - незначительное его снижение практически по всей коре. Анализ межполушарных отношений выявляет некоторое увеличение $КОГ_{ср}$ в лобных областях, главным образом в медленноволновом диапазоне, а также незначительное повышение сочетанности электрических процессов в теменных зонах по всему частотному диапазону. Расчет коэффициентов межпо-

лушарной асимметрии показывает, что в результате действия этого поля у всех испытуемых происходит уменьшение коэффициента $К_{МПА}$ в среднем на 34%, т.е. уменьшение степени доминирования левого полушария, снижения тонуса коры.

Только у одного испытуемого из всей группы наблюдались выраженные и достоверные изменения спектра мощности и показателей $КОГ_{ср}$, свидетельствующие о повышении тонуса коры. В целом по группе можно сказать, что ЭМП с частотой 37,7 ГГц не вызывает значимых изменений пространственно-временной организации биопотенциалов мозга человека при периферическом воздействии.

При действии КВЧ-излучения с частотой 42,25 ГГц было проведено 2 серии экспериментов с экспозицией 60 и 30 минут. Именно такие экспозиции используются в настоящее время в КВЧ-терапии. При экспозиции 30 минут возникающие перестройки биоэлектрической активности неокортекса были аналогичными полученным при 60-минутном действии поля.

Подобный паттерн электрических процессов в коре характерен для состояния повышенного мозгового тонуса, т.е. возникает при развитии неспецифической реакции активации [23].

Кроме того, длительная экспозиция КВЧ-поля (42,25 ГГц) оказывает своего рода стабилизирующее воздействие на колебания биоэлектрических потенциалов коры головного мозга, которые имеют место от опыта к опыту в фоне, наиболее выраженных в показателях мощности альфа-ритма и показателя $КОГ_{ср}$ в дельта-, тета- и альфа-диапазонах.

Использование метода хаотической динамики для оценки текущих изменений функционального состояния мозга позволило выявить фазность возникающих перестроек биопотенциалов (на 7-8 и 15-17 минутах воздействия ЭМП), а также подтвердить, что в результате КВЧ-облучения происходит повышение тонуса коры – увеличивается по сравнению с плацебо размерность странного аттрактора, что отражает активационные процессы в коре [30].

Проведенные исследования показывают, что ЭМП различных диапазонов - от инфранизкочастотного до КВЧ - вызывают перестройку пространственно-временной организации церебральной деятельности; возникающие при этом изменения зависят от такого биотропного параметра как частота поля.

Основные изменения показателей ЭЭГ практически для всех изучаемых полей происходят в передних, лобно-центральных отделах коры. Эти зоны в филогенетическом отношении являются самыми молодыми и наиболее ранимыми структурами мозга. Кроме того, они имеют обширные связи с другими корковыми и подкорковыми областями, что определяет активное участие любых долей во многих функциональных системах реагирования [31].

Как известно существуют два пути проведения возбуждения при действии любого раздражителя: специфический и неспецифический. Если специфический связан с передачей специальной информации, то неспецифический выходит на все слои коры и служит для передачи тонизирующих, активирующих влияний. Различие этих систем возбуждения выражается в том, что при проведении импульса в специфической системе в коре возникает потенциал действия первичного ответа; проведение же ответа неспецифическим путем характеризуется вторичным ответом и

затянутым действием, состоящим в эффекте изменения фоновой ритмики коры. При этом специфический ответ возникает в соматотопической проекции соответствующих точек рецепторной поверхности на периферии, неспецифическое влияние вызывает генерализованное воздействие в широких областях коры.

Представляется, что действие такого раздражителя как ЭМП, о чем свидетельствуют экспериментальные факты, протекает в основном по неспецифическим путям: во-первых, это более выраженные ответы переднецентральных областей, а не теменных, где располагается топическая проекция кисти руки, при наличии перестроек и во всех остальных областях (т.е. определенная степень генерализации); во-вторых, затянутость ответа при сенсорной индикации (это десятки секунд); в-третьих, более выраженная (независимо от локализации) реакция правого полушария, которое имеет более тесные связи с диэнцефальными структурами (таламусом, ретикулярной формацией), чем левое [32, 33].

Полученные в работе данные о возникающих генерализованных реакциях на ЭМП различных областей мозга подтверждают результаты изучения других афферентных раздражителей [22]. В этих исследованиях была выявлена генерализация реакции на световые раздражения и проприоцептивные нагрузки при значительно меньшей выраженности локальных изменений, связанных с модальностью раздражающих стимулов. При афферентных раздражениях возникает перестройка межцентральных отношений ритмов ЭЭГ, проявляющаяся в изменении связей между различными областями коры, возникновении новых по характеру отношений электрических процессов. Под влиянием раздражений устанавливаются усиленные в одних отделах коры и сниженные в других импульсные и циклические связи, формируя систему пространственно-временных отношений, свойственных данному функциональному состоянию.

Возникающую при периферическом действии ЭМП сложность изменения электрических процессов и их межцентральных отношений в коре можно объяснить с позиции представления об очагах стационарной активности, которые возникают в мозге при раздражении [22]. Динамические очаги стационарной активности в головном мозге здорового человека, включающие возбуждение корковых зон, подкорковых специфических и неспецифических структур, создают перестройку функциональных связей в головном мозге. В соответствии с представлениями А.А.Ухтомского (1954) можно говорить о том, что афферентное раздражение вовлекает в активность констелляцию центров, вызывая возбуждение одних и одновременно торможение других.

4. Заключение

Особенность ЭМП как физического фактора внешней среды состоит в том, что изменение любого из его биотропных параметров (частоты, формы сигнала, интенсивности, локализации или экспозиции) изменяет реакции живых организмов. Так, очень важным является такой биотропный параметр как частота. Из всего спектра неионизирующих ЭМП на одних частотах эффекты воздействия более выражены по сравнению с другими, рядом расположенными. Такие узкие полосы особенно характерны для ММ-диапазона. Как показали исследования, проведенные в Симферопольском университете [34, 35], аналогичная картина наблюдается на другом конце спектра - в диапазоне инфранизких частот.

Важен выбор интенсивности поля, т.к. для каждой частоты существует некоторое оптимальное значение, где биологический эффект выражен наиболее четко (так называемые "амплитудные окна" - [36]). Если ранее исследователи считали, что биологическое действие ЭМП возможно только при высоких напряженностях (тепловое действие), то в последние годы получены убедительные данные, свидетельствующие о том, что низкоинтенсивные ЭМП, не вызывающие тепловых эффектов, могут вызывать существенные физиологические сдвиги в организме.

В настоящее время можно считать установленным экспериментальным фактом то, что биологические реакции на низкоинтенсивные неионизирующие ЭМП развиваются в рамках общего адаптационного синдрома и выражаются в повышении неспецифической резистентности организма.

Данные наших экспериментальных исследований с использованием метода сенсорной индикации и электроэнцефалографии позволяют говорить о том, что при периферическом действии низкоинтенсивных ЭМП у человека возникают как субсенсорные, так и сенсорные реакции.

Длительная экспозиция ЭМП ИНЧ- и КВЧ-диапазонов вызывает перестройки корковой ритмики здорового человека (как по межцентральным так и внутриполушарным связям), которые свидетельствуют о развитии неспецифической реакции активации, т.е. повышении тонуса коры головного мозга. При этом наиболее реактивными во всем спектре ЭЭГ являются тета- и альфа-ритмы. Характер и выраженность субсенсорных реакций определялись биотропными параметрами воздействующего поля - частотой и локализацией.

В ЭЭГ-реакциях выявлено два вида асимметрии - сенсорная (при действии на правую руку характер изменения показателей ЭЭГ остается таким же, как и при действии на левую, но сама реакция выражена сильнее) и функциональная (при воздействии на одну и ту же руку реакции гемисфер различны, причем, при действии и на правую, и на левую правое полушарие более реактивно).

Обнаружены качественные различия в ЭЭГ-реакциях человека на поля ИНЧ- и КВЧ-диапазонов. Так, при действии МП ИНЧ достоверные изменения сочетанности электрических процессов мозга возникают в переднецентральных областях, а также в теменной области контрлатерального полушария (повышение $КОГ_{ср}$ по дельта-тета-ритмам) с одновременным увеличением мощности дельта-ритма. При длительной экспозиции КВЧ-излучения наблюдалось значительное увеличение мощности альфа-ритма в затылочных областях и увеличение среднего уровня когерентности биопотенциалов в центрально-фронтальных областях, более выраженное в правом полушарии (независимо от локализации). При этом ни у одного испытуемого не было зафиксировано ответа в теменной области.

Модальность возникающих ощущений (покалывание, прикосновение, давление, "мурашки", жжение) свидетельствует об участии в рецепции ЭМП кожного анализатора - вероятнее всего, механорецепторов и болевых рецепторов. Выявлено, что в сенсорных реакциях на ЭМП так же, как и в субсенсорных, важное значение имеет сенсорная асимметрия человека: преимущественно достоверное различие поля осуществляется у испытуемых при воздействии на неведущую руку.

Найдены корреляции индивидуальной чувствительности человека к ЭМП с величиной его электрических и болевых порогов: чем выше пороги, тем ниже электромагнитная чувствительность. Существуют некие "критические" значения этих порогов, когда испытуемые проявляют полную нечувствительность к ЭМП всех диапазонов частот.

При восприятии ЭМП латентные периоды реакций составляют десятки секунд (в отличие от реакций на свет, звук, тактильные раздражения), что говорит о включении в рецепцию сложной нейрогуморальной системы реагирования. Однако, если время реакции на МП ИНЧ лежит в пределах 5-60 с, то для КВЧ-диапазона - 40-60 с. Это говорит о том, что для ММ-волн коммулятивный эффект должен быть более выражен, а также о некоторых различиях механизмов биологического действия ИНЧ- и КВЧ-полей (как и при ЭЭГ-реакциях).

Следует отметить, что если сенсорные реакции возникают у испытуемых только в состоянии селективного внимания, то ЭЭГ-реакции фиксируются в состоянии спокойного бодрствования и выражены даже у тех испытуемых, которые относятся к группе плохо распознающих поле.

Экспериментально обнаруженные различия в реакциях ЦНС здорового человека на ЭМП ИНЧ- и КВЧ-диапазонов позволяют говорить о различных физиологических механизмах, обеспечивающих эти реакции: преимущественном участии специфической, лемнисковой системы - для ИНЧ-полей и неспецифической, экстралемнисковой - при действии ММ-волн. Кроме того, эти различия определяются физическими свойствами ЭМП: для МП ИНЧ человеческий организм "прозрачен", поле проникает глубоко, вовлекая в реакцию сосудистое русло, глубоко расположенные рецепторы, мышечные волокна, действуя непосредственно (а не только рефлекторно) на нервные волокна. КВЧ-излучение практически полностью поглощается в эпидермисе, и в зону его действия попадают только неглубоко расположенные рецепторы, свободные нервные окончания, поэтому механизм действия ММ-волн может быть главным образом рефлекторным.

Результаты наших исследований, свидетельствующие о том, что периферическое действие низкоинтенсивных неионизирующих ЭМП вызывает неспецифическую реакцию активации коры головного мозга здорового человека, характер и выраженность которой зависит от частоты поля, хорошо согласуются с выводами А.С.Пресмана [37], обобщившего многочисленные данные, полученные на животных и отдельных системах человека:
- изменения в организме, возникающие под действием ЭМП, неспецифичны;
- воздействие ЭМП на центральные отделы нервной системы чаще приводит к тормозным реакциям, а на периферические - к реакциям активации.

Литература

1. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Реброва Т.Б. Различия в подходе и устранении обратимых и необратимых функциональных нарушений организма с помощью когерентных излучений миллиметрового диапазона волн // Миллиметровые волны в медицине и биологии.- М.: ИРЭ АН СССР.- 1989.- С.106.

2. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности.- М.: Радио и связь.- 1991.- 160 с.

3. Бурачас Г., Масхолюнас Г. Торможение потенциала действия нерва при воздействии миллиметровыми волнами // Миллиметровые волны в медицине и биологии.- М.: ИРЭ АН СССР.- 1989.- С.168-175.

4. Хитрово-Орлова Т.В., Павленко В.Б., Ильичева Т.В., Волин С.А. Влияние КВЧ-облучения на фоновую и вызванную активность нейронов коры головного мозга кошки // Магнитобиология и магнитотерапия: Тез. докл. Всесоюзн. симп.- Куйбышев.- 1991.- С.76.

5. Запорожан В.Н., Макулькин Р.Ф., Шандра А.А. и др. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона и излучения лазера на очаги возбуждения в коре мозга // Миллиметровые волны в медицине и биологии.- М.: ИРЭ АН СССР, 1969.- С.128.

6. Годлевский Л.С., Низов В.Н., Запорожан В.Н., Реброва Т.Б. Влияние электромагнитного поля низкой интенсивности на генераторы в коре мозга // Миллиметровые волны в медицине.- М.: ИРЭ АН СССР.- 1991.- С.257-266.

7. Хромова С.В. Модификация миллиметровых излучений поведенческих реакций крыс: Автореф.дис. ... канд.биол.наук.- М.: Ин-т ВНД и НФ РАН.- 1990.- 157 с.

8. Царицинский В.И., Таранская А.Д., Деркач В.Н. Использование ЭМИ ММ-диапазона в лечении депрессивных состояний // Межд.симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР.- 1991.- С.229-234.

9. Гапонюк П.Я., Коваленко Л.В., Сотников О.С. и др. Восстановительные процессы в нерве при его облучении ЭМП низкой интенсивности диапазона КВЧ // Применение КВЧ-излучения низкой интенсивности в биологии и медицине.- М.: ИРЭ АН СССР.- 1989.- С.79.

10. Берус А.В., Столбиков А.Е., Шмаль О.В. и др. Особенности изменения параметров спектра ЭЭГ в ходе КВЧ-терапии у больных гипертонической болезнью с разными типами гемодинамики // Межд.симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР.- 1991.- С.114-119.

11. Дюрвиль Г. Лечение болезней магнитами.- Киев.- 1913.- 74 с.

12. Григорьев Н.И. Металлоскопия и металлотерапия.- С.-П.- 1881.- 202 с.

13. Lavsund P., Olerg P.A., Nilsonn S.E.Y. Magneto- and electrophosphenes a comparative stucly // Med.Biol.Eng.Comput.- 1980.- V.18.- N 6.- P.758-764.

14. Лин Дж. Слуховой эффект на СВЧ // ТИИЭР.- 1980.- Т.68.- N 1.- С.83-90.

15. Лебедева Н.Н. Реакции центральной нервной системы человека на электромагнитные поля с различными биотропными параметрами: Автореф. дис. ... д-ра биол.наук.- М.: Ин-т ВНД и НФ РАН.- 1992.- 48 с.

16. Бецкий О.В., Кислов В.В. Волны и клетки.- М.: Знание.- 1990.- 64 с.

17. Гилинская Н.Ю., Карзанов В.Н., Звягинцев Г.И. Изменение чувствительности к магнитному полю при некоторых заболеваниях нервной системы // Магнитные поля в теории и практике медицины.- Куйбышев.- 1984.- С.17-21.

18. Родштат И.В. Физиологические предпосылки к пониманию рецепции миллиметровых радиоволн биологическими объектами. Препринт 20 (438).- М.: ИРЭ АН СССР.- 1985.- 31с.

19. Бруннер Дж. Психология познания.- М.: Прогресс.- 1977.- 412 с.

20. Горская Г.Б. Психофизиология мышления // Вопросы психологии.- 1977.- N 4.- С.155-163.

21. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса.- М.: Наука.- 1968.- 657 с.

22. Русинов В.С., Гриндель О.М., Болдырева Г.Н., Вакар Е.М. Биопотенциалы мозга человека.- М.: Медицина.- 1987.- 254 с.

23. Свидерская Н.Е. Синхронная электрическая активность и психические процессы.- М.: Наука.- 1987.- 156 с.

24. Холодов Ю.А. Реакции нервной системы на электромагнитные поля.- М.: Наука.- 1975.- 207 с.

25. Холодов Ю.А., Шишло А.М. Электромагнитные поля в нейрофизиологии.- М.: Наука.- 1979.- 168 с.

26. Klitzing L.von. Static agnetic fields increase the power intensity of man // Brain Res.- 1989.- V.483.- N 1.- P.201-203.

27. Пригожин И.Р., Стингерс И. Порядок из хаоса.- М.: Мир.- 1988.

28. Дмитриев А.С., Кислов В.Я. Стохастические колебания в радиофизике и электронике.- М.: Наука.- 1989.

29. Ульбикас Ю.К., Давыдов В.И., Лебедева Н.Н. Применение методов хаотической динамики для исследования влияния КВЧ-излучения на биоэлектрическую активность мозга человека // Миллиметровые волны в медицине.- М.: ИРЭ АН СССР.- 1991.- Т.2.- С.442-449.

30. Ефремова Т.М., Куликов М.А., Резвова И.Р. Участие нелинейных динамических процессов в формировании высокочастотной ЭЭГ кролика // Журн.высшей нервной деят.- 1991.- Т.41.- N 5.- С.998-1006.

31. Хомская Е.Д. Мозг и активация.- М.: Из-во МГУ.- 1972.- 384 с.

32. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека.- М.: Медицина.- 1988.- 240 с.

33. Болдырева Г.Н., Жаворонкова Л.А. Характеристика межполушарных взаимоотношений в ЭЭГ в оценке функционального состояния мозга человека // Журн. высшей нервной деят.- 1989.- Т.39.- Вып.2.- С.215-220.

34. Сидякин В.Г. Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему.- Киев: Наукова думка.- 1986.- 160 с.

35. Темурьянц Н.А. О биологической эффективности слабого электромагнитного поля инфранизкой частоты // Проблемы космической биологии.- М.: Наука.- 1983.- Т.43.- С.129-139.

36. Эйди У.Р. Кооперативные механизмы восприимчивости мозговой ткани к внешним и внутренним электрическим полям // Физиология человека.- 1975.- Т.1.- N 1.- С.59.

37. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа.- М.: Наука.- 1968.- 288с.

SENSOR AND SUBSENSOR REACTIONS OF A HEALTHY MAN ON PERIPHERAL EFFECT OF LOW INTENSITY MM-WAVES

N.N.Lebedeva

The results of experimental researches concerning the reactions of the central nervous system (CNS) of a healthy man on the peripheral (right and left hands in the region of the Ha-Gou-4 point) effect of low-intensity (5 mW/cm^2) mm-waves are presented. The method of sensor indication and encephalography was used in these observations.

It was shown that a man can with assurance distinguish mm-radiation from blank tests, at this the dependence of the susceptibility to EM radiation of individual peculiarities of a person under test (the reverse correlation with electric and pain thresholds) and on the frequency of the applied EM field has been found. Modality of the appearing sensations testifies to participation of the skin analyzer (the most probable of pain- and mechanoreceptors) to the reception of electromagnetic field (EMF). The observed duration (40-60 s) of the latent periods of responce makes possible to speak about the slow system of the initial reaction on the EMF perception which comprises both nervous and humoral links. The reconstruction of the space-time organization of the cerebral cortex biopotentials takes place after a long (30 and 60 min.) exposure to radiation, analyzed by EEG reactions. This result testifies to the development of a non-specific reaction of activation that is to the increase of the cortex tone. In reactions of the CNS on mm waves a sensor and functional asymmetry has been discovered.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕКОТОРЫХ ИММУННЫХ ЭФФЕКТОВ МИЛЛИМЕТРОВОГО РАДИОВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В КОЖЕ

И.В.Родштат

Институт радиотехники и электроники РАН, г.Москва

Введение

Автор впервые обратился к обсуждаемой проблеме в 1986 году [1] с целью понять эффект быстрого восстановления после рентгеновского воздействия киллерной функции лимфоцитов в лимфоузлах экспериментальных мышей при условии предварительного облучения их миллиметровыми радиоволнами на частоте 42,2 ГГц [2]. Предложенная нами объяснительная гипотеза в 1990 году была представлена на V Всесоюзном симпозиуме "Взаимодействие нервной и иммунной систем" [3]. Напомним читателю некоторые основные положения упомянутых работ. В частности, мы объяснили описанный в [2] эффект взаимодействием миллиметровых радиоволн с биохимическими рецепторами Т-лимфоцитов на стадии трансдукции, т.е. в период возникновения в клеточной мембране гуморального сигнала к активации циклического аденозинмонофосфата. Механизм такого воздействия сводится к модуляции гуморального (гистаминового) сигнала липидами рецептивной мембраны, перекисное окисление которых ускоряется миллиметровыми радиоволнами. Выход гистамина инициирован активацией пептидергических волокон кожи, выделяющих при адекватном раздражении нейротензин, вазоактивный кишечный пептид и субстанцию Р. Адекватным стимулом для активации части пептидергических волокон является физиологически высокая концентрация иона калия (до 55 мМ) в присутствии иона кальция. В свою очередь, изменение концентрации иона калия связано с воздействием миллиметровых радиоволн на элементы венозной стенки, имеющие смешанный метаболизм (пентозофосфатный цикл, гликолиз, цикл трикарбоновых кислот), что приводит к изменению активности калиевого насоса. Т-киллеры относятся к рециркулирующим клеткам крови и также как венозное русло микроциркуляции доступны квантам миллиметрового излучения при облучении кожи.

За время, прошедшее с момента опубликования упомянутых работ, возникли три новых обстоятельства, которые необходимо учитывать при обсуждении иммунных эффектов миллиметровых радиоволн. Во-первых, в 1991 году на Международном симпозиуме нами предложена физиологическая концепция взаимодействия миллиметровых радиоволн с организмом человека [4], которая в целом поддержана научной общественностью. Во-вторых, после сообщения Л.А.Севастьяновой [2], основанного на экспериментальной работе студента-дипломника В.Е.Вайнштейна [5], выполнен целый ряд других экспериментальных исследований, оценивающих иные иммунные эффекты миллиметровых радиоволн (а не только восстановление киллерной функции лимфоцитов). Среди них работа известного клинического иммунолога В.И.Говалло и его соавторов о продукции облученными лимфоцитами и фибробластами человека фактора, активирующего пролиферацию клеток [6]. В-третьих, существенно продвинулись работы по иммунологии тканей организма, в частности коллагена I, составляющего каркас собственно кожи [7].

Завершить введение к настоящей статье нам хотелось бы высказыванием Айвена Ройта, который в 1969 году вместе с коллегами ввел термины Т- и В-лимфоциты: "Разгадывая одну за другой тайны иммунной системы, можно невольно оказаться во власти сверхупрощенного представления об организме как о коллекции миелоидных и лимфоидных клеток, циркулирующих в неком инертном вместилище вне интеграции с другими физиологическими системами. Правда, утверждать с уверенностью, что столь близорукая концепция на самом деле существует, нельзя. Скорее наоборот, все более возрастает внимание специалистов к взаимодействиям иммунной и нейроэндокринной систем в самом широком физиологическом контексте" [8]. В соответствии с этим, мы рубрифицировали содержательную часть настоящей статьи следующим образом.

Антигенная регуляция иммунного ответа в контексте миллиметрового радиоволнового воздействия

Начнем наше обсуждение с замечания о том, что концентрация введенного антигена - это главный фактор регуляции гуморального иммунного ответа [8]. Напомним, что слово "антиген" произошло от слияния первых слогов слов "антител генерация" и означает молекулы веществ, вызывающие образование антител и к тому же реагирующие с ними. Включение веществ кожей не является необходимым для человека, не связано оно также с эволюционным развитием человека [9]. Кожа - это, в первую очередь, орган экскреции, который ведет себя подобно голокринной железе; секреция последней обычно осуществляется в результате полного разрушения гландулоцитов, т.е. клеток, вырабатывающих секрет. Важно различать процессы пенетрации, т.е. вхождение вещества в определенный слой ткани или орган; процессы пермиации, т.е. пенетрацию через один слой ткани внутрь другого, который функционально и структурно отличается от первого; процессы резорбции, т.е. включение веществ через васкулярную систему (кровеносную и лимфатическую). Это важно различать, прежде всего, потому, что молекулы чужеродных веществ из тканей, в том числе и из кожи, отфильтровываются в регионарных лимфатических узлах, где и формируется иммунный ответ, контроль же за антигенами, циркулирующими в крови, осуществляется селезенкой. Следует также заметить, что свободный антиген довольно быстро распространяется с места проникновения. В этой связи определенный интерес вызывает экспериментальная работа по сравнению in vitro и in vivo эффекта миллиметрового радиоволнового воздействия на волне 6,1 мм на устойчивость штамма Staphylococcus aureus MS 353 к тетрациклину [10]. Как следует из материалов обсуждаемого исследования устойчивость штамма к тетрациклину существенно уменьшалась в обеих экспериментальных ситуациях, что в условиях in vivo сопровождалось снижением в 10 раз микробного числа после первого сеанса облучения инфицированной раны и полной стерильностью ее после второго сеанса миллиметрового радиоволнового воздействия. У контрольных животных, получавших только тетрациклин, рана оставалась инфицированной до 7-8 дня, т.е. до образования грануляций. Таким образом, можно предположить, что в условиях сочетанной миллиметровой терапии гнойных ран быстро и существенно уменьшается количество бактериального антигена в месте лечебного облучения и это, по-видимому, в полном согласии с устоявшимися представлениями, является ключевым фактором регуляции гуморального иммунного ответа.

Кожа, вероятно, обладает большей антигенностью, чем другие органы и ткани. Помимо чужеродных антигенов она содержит собственные измененные антигены и собственные неизменные антигены [11]. Здесь нам кажется важным остановить внимание на коллагене, который однозначно относят к разряду аутоантигенов [8]. Дело в том, что, во-первых, коллаген составляет около 30% от массы кожи (61% приходится на воду), поэтому кожу часто определяют как увлажненный коллаген. Во-вторых, коллаген, по-видимому, принимает непосредственное участие в рецепции миллиметрового радиоволнового воздействия, поскольку отвлекает на себя 64% от всей воды в коже, а миллиметровые волны, как хорошо известно, поглощаются именно водой (в условиях организма - тканевой жидкостью). В-третьих, аутоантигены в большинстве случаев доступны для циркулирующих лимфоцитов [8]. И наконец, мы уже упоминали о работе [7], в которой экспериментально показано наличие на Т-лимфоцитах рецепторов к коллагену, реализующих спонтанную подвижность этих иммунокомпетентных клеток. Таким образом, коллаген может выступать как ключевой фактор регуляции клеточного иммунного ответа, причем эта его функция в условиях миллиметрового радиоволнового воздействия, по-видимому, подвержена модуляции. Механизм такой модуляции, вероятно, заключается в изменении электретных свойств коллагена под влиянием миллиметрового радиоволнового воздействия, поскольку известно, что за электретные свойства коллагена ответственна фракция связанной воды коллагена [12].

Кожная составляющая иммунного ответа применительно к миллиметровому радиоволновому воздействию

В 1983 году Streilein ввел понятие связанных с кожей лимфоидных тканей (skin-associated lymphoid tissues), обычно обозначаемое аббревиатурой SALT (приводится по [13]). К SALT относятся: 1) активные антигенпредъявляющие клетки, т.е. клетки Лангерганса; 2) отчетливо дифференцирующиеся субпопуляции Т-лимфоцитов, некоторые из которых инфильтрируют эпидермис; 3) кератиноциты, которые продуцируют несколько иммуномодуляторных цитокинов; 4) регионарные лимфоузлы, которые дренируют кожу и чьи лимфоциты так называемого поверхностного захвата сначала, до попадания в лимфоузлы, оказываются в крови, а затем уходят из нее, проникая через кровеносные сосуды с высокими эндотелиальными клетками (посткапиллярные вены) в лимфоидную ткань.

Начнем наше обсуждение системы SALT последовательно, т.е. с анализа новой информации о функции клеток Лангерганса. В частности, с учетом критической роли клеток Лангерганса в фазе сенсибилизации, а потом и инициации аллергического контактного дерматита, а также экспериментального факта экспрессии на их поверхности FcεRII/CD23, высказано предположение о реализации с их помощью, т.е. с помощью клеток Лангерганса, связи между системами гуморального (опосредованного иммуноглобулином Е) и клеточного иммунитета [14]. Клетки Лангерганса составляют от 2 до 7% суспензии эпидермальных клеток [15]. По пути из эпидермиса к лимфоузлу, т.е. после захвата в эпидермисе антигена, клетки Лангерганса

теряют свои Fc-IgG-рецепторы и гранулы Birbeck'а на фоне уменьшения активности аденозинтрифосфатазы, но зато увеличивают на своей поверхности плотность антигенов MHC* класса II, т.е. трансмембранных гликопротеинов,которые служат сигналом для Т-хелперов. Таким образом происходит превращение клеток Лангерганса в Ia**-интердигитатные дендритные клетки паракортикальной области лимфатического узла. Клетки Лангерганса, не содержащие чужеродных антигенов, могут триггировать образование цитотоксических Т-лимфоцитов против антигенных частиц на клетках, которые сами по себе не способны индуцировать активацию покоящихся Т-лимфоцитов [8, 13].

Образовавшиеся в результате описанного процесса Т-клеточные бласты должны найти свой путь назад к коже и в оптимальном варианте накапливаться в тех участках кожи, где находится антиген. Однако этот механизм пока плохо понят. Предположительно его реализация зависит от тканеспецифических хоминг-рецепторов, экспрессированных на эндотелиальных клетках венул. По прибытии в кожу и после восприятия возобновленного стимула - антигена - вспомогательными клетками, несущими антиген MHC класса II, сенсибилизированные Т-клетки могут оказаться в состоянии клональной экспансии, приводя к образованию клеток - эффекторов [13]. Интраэпидермальные лимфоциты составляют менее 10% от всех Т-клеток кожи и экспрессируют в основном $CD2^+/CD3^+/CD8^+$-фенотип, где $CD2^+$ и $CD3^+$ являются маркерами всех Т-лимфоцитов, а $CD8^+$ - маркером цитотоксических Т-лимфоцитов/Т-супрессоров [8]. Интраэпидермальные лимфоциты локализуются в базальном слое или непосредственно над ним, в более поверхностных слоях они отсутствуют [15]. Интрадермальные лимфоциты преимущественно группируются вокруг посткапиллярных венул, а также придатков кожи и состоят как из $CD8^+$-клеток, т.е. цитотоксических Т-лимфоцитов/Т-супрессоров, так и $CD4^+$-клеток, т.е. Т-хелперов [13].

Во введении к статье мы уже упоминали о том, что логика физиологических построений допускает возможность активации биохимических рецепторов клетки миллиметровыми радиоволнами. Речь идет о клетках со смешанным метаболизмом, который предположительно модулируется миллиметровыми радиоволнами через липиды рецептивной мембраны. Далее логика физиологических построений не исключает успешности эксперимента со смешанной культурой лимфоцитов в условном воспроизведении цитотоксического эффекта, характерного для высших и низших организмов, при облучении их миллиметровыми радиоволнами. В [16] предпринята попытка экспериментального изучения эффекта миллиметрового радиоволнового воздействия на изолированные лимфоциты соматически здоровых доноров. Судя по материалам работы, миллиметровое радиоволновое воздействие на частоте 78,5 ГГц активировало предположительно Т-хелперы, дифференцированные по специфическому стимулированному ответу на оптимальную концентрацию фитогемагглютинина, приводя к достоверному увеличению синтеза ДНК. Таким образом, создается впечатление, что миллиметровое радиоволновое воздей-

* Главный комплекс гистосовместимости (major histocompatibility complex).

** Immune associated.

ствие, вероятно, влияет как на интраэпидермальную субпопуляцию Т-киллеров, так и на интрадермальную субпопуляцию Т-хелперов, приводя к их активации.

Что же касается кератиноцитов, то мы не располагаем информацией о влиянии миллиметровых радиоволн на их активность, имея в виду выделение кератиноцитами иммуномодуляторных цитокинов. Отчасти дело состоит в том, что наибольшей чувствительностью к миллиметровым радиоволнам, по данным Н.П.Залюбовской [17], обладают ткани, снабженные метаболическими блоками пентозофосфатного цикла, гликолиза и трикарбоновых кислот. Клетки же эпидермиса, за исключением базального слоя, снабжены только метаболическими блоками пентозофосфатного цикла и гликолиза. Все же нам хотелось бы указать, что кератиноциты человека обладают рецепторами с высокой аффинностью к интерлейкину-1α и реагируют на интерлейкин-1α направленной миграцией [18]. Более того, связанный с клеткой интерлейкин-1 (правда, с клеткой промоноцитарной человеческой линии U 937) способен инициировать продукцию PGE_2 дермальными фибробластами [19]. Более очевидные экспериментальные данные о непосредственной продукции кератиноцитами иммуномодуляторных цитокинов приведены в [20]. Речь, в частности, идет о гомологичном факторе рестрикции из кожи здоровых людей, который, являясь мембранным протеином и прикрепляясь к кератиноцитам посредством фосфатидилинозитола, ингибирует (поэтому и слово рестрикция, т.е. ограничение) монтаж атакующего мембрану комплекса гомологичного комплемента. Здесь следует напомнить читателю, что C_{1q}-компонент комплемента (самый первый из 11 компонентов комплемента на классическом пути его активации) имеет в своей молекуле фрагмент коллагеновой спирали [21]. И хотя атакующий мембрану комплекс является C_9-компонентом комплемента (самый последний из 11 компонентов комплемента на пути его активации), с учетом потенциальной доступности коллагена миллиметровому радиоволновому воздействию можно предположить, что гомологичный фактор рестрикции также доступен для модуляции миллиметровыми радиоволнами, но уже не прямо, а опосредованно через всю цепочку компонентов комплемента. Это наше предположение подлежит экспериментальной проверке.

Эффекты миллиметрового радиоволнового воздействия на регионарные (паховые) лимфатические узлы мышей линии CBA/Lacy при облучении кожи соответствующего бедра детально исследованы в [22]. Облучение проводилось на частоте 42,2 ГГц, т.е. также как и в [2, 5]. При облучении правого бедра в правом паховом лимфатическом узле животных наблюдались умеренные клеточные инволютивные изменения во всех его зонах в отличие от аналогичных изменений только в корковой (В-клеточной) и паракортикальной (Т-клеточной) зонах у контрольных мышей, находившихся без миллиметрового радиоволнового воздействия в камере для облучения. Более того, в сравнении с контрольной группой наблюдалась достоверная тенденция к увеличению количества светлых центров в корковой зоне, что свидетельствует о стимуляции индуктивной стадии иммуногенеза. При облучении левого бедра в левом паховом лимфатическом узле животных отсутствовали какие-либо изменения в сравнении с контрольными значениями за исключением факта достоверного увеличения в мозговой зоне числа малых лимфоцитов, т.е. тех лимфоцитов, из которых развиваются плазматические клетки, содержащие и способные секретировать антитела. Таким образом, при миллиметровом радиоволновом воздействии на кожу в регионарных лимфатических узлах отмечаются признаки стимуляции

В-клеточной зоны и увеличения популяции тех лимфоцитов, которые затем трансформируются в плазматические клетки, содержащие и способные секретировать антитела. То есть речь идет о стимуляции миллиметровыми радиоволнами на частоте 42,2 ГГц гуморального иммунитета. Эффекты облучения правой и левой сторон, совпадая в общей направленности сдвигов, разнятся в существенных деталях. В частности, если при облучении кожи правой стороны в регионарных лимфатических узлах наблюдаются признаки стимуляции индуктивной стадии иммуногенеза, то при облучении кожи левой стороны отмечаются признаки стимуляции продуктивной стадии иммуногенеза. Характерно, что в [2, 5] миллиметровому радиоволновому воздействию на той же частоте (42,2 ГГц) подвергалась кожа левого бедра мышей линии СВА. Интегральный иммунный эффект милллиметрового радиоволнового воздействия состоял в активации киллерной функции лимфоцитов из лимфатических узлов облученных мышей, т.е. речь шла о стимуляции клеточного иммунитета.

Гуморальные и клеточные факторы иммунных сдвигов при миллиметровом радиоволновом воздействии

Продолжим обсуждение гуморальных и клеточных факторов иммунных сдвигов при миллиметровом радиоволновом воздействии, поднявшись с уровня регионарных лимфатических узлов, т.е. вторичных лимфоидных органов, на уровень первичных лимфоидных органов, в частности вилочковой железы или тимуса. Сначала обратим внимание читателя на то, что тимэктомия приводит к существенному подавлению кожных реакций, но оказывает весьма незначительный эффект на продукцию антител [8]. Миллиметровое радиоволновое воздействие на частоте 42,2 ГГц независимо от стороны облучения сопровождается, по данным [22], классической картиной умеренной акцидентальной инволюции тимуса, характерной для ситуации стресса. В частности, при облучении кожи правого бедра мышей линии CBA/Lacy в сравнении с контрольной группой отмечено достоверное снижение удельной и общей клеточности, а также существенное уменьшение соотношения коркового и мозгового вещества. При облучении кожи левого бедра наблюдалось существенное по сравнению с контрольной группой мышей истончение корковой зоны вилочковой железы, а также достоверное снижение удельной клеточности органа. То есть на уровне первичного лимфоидного органа, каким является тимус или вилочковая железа, асимметрия иммунных реакций, характерная для регионарных лимфатических узлов или вторичных лимфоидных органов и связанная со стороной облучения, исчезает. По-видимому, именно с уровня первичных лимфоидных органов можно говорить об иммунной реакции целого организма. Является ли эта иммунная реакция целого организма на миллиметровое радиоволновое воздействие сугубо лабораторным исследовательским феноменом либо она может быть использована для защиты организма от инфекции? Согласно [23], профилактическое облучение области грудины у беспородных мышей на частоте 42,2 ГГц предотвращает их гибель при летальной гриппозной инфекции типа А (H3N2). С учетом уже обсуждавшегося материала о быстром восстановлении после рентгеновского воздействия киллерной функции лимфоцитов в лимфоузлах экспериментальных мышей при условии предварительного облучения их миллиметровыми радиоволнами на частоте 42,2 ГГц, разумно предположить ключевую роль цитотоксических лимфоцитов и в предупреждении летального исхода гриппозной инфекции. И действительно, в [8] приводятся экспериментальные данные о роли цитотоксических

лимфоцитов для подавления вирусной инфекции у человека (опыты на добровольцах). В частности, было показано, что наблюдаемое после заражения гриппом выделение соответствующего вируса снижено либо полностью отсутствует лишь у субъектов, имевших до инфицирования высокие показатели цитотоксических лимфоцитов. В данном контексте представляет интерес информация о том, что "дозревание" части клонов цитотоксических лимфоцитов происходит во вторичных лимфоидных органах [24].

Если же некоторая часть вирусов уходит из-под контроля цитотоксических лимфоцитов, то Т-хелперы, стимулированные вирусными компонентами, не имеющими отношения к нуклеиновым кислотам, вызывают образование иммунного интерферона (γ-интерферона). Последний придает непермиссивность для репликации, т.е. воспроизведения, любого вируса, проникшего в клетки путем непосредственного межклеточного транспорта [8]. В этой связи напомним об уже обсуждавшейся нами работе [16], где экспериментально показан эффект активации предположительно Т-хелперов миллиметровым радиоволновым воздействием на частоте 78,5 ГГц у соматически здоровых доноров. Таким образом, миллиметровое радиоволновое воздействие, активирующее на частоте 42,2 ГГц цитотоксические лимфоциты, а на частоте 78,5 ГГц - предположительно Т-хелперы, перспективно для предупреждения и лечения гриппа у инфицированных людей.

Характер иммунных сдвигов в связи со спецификой сенсорной и биохимической рецепции миллиметровых радиоволн

В настоящем разделе статьи мы опираемся на предложенную нами физиологическую концепцию взаимодействия миллиметровых радиоволн с организмом человека [4] и полученный авторским коллективом в составе В.А.Карлова, И.В.Родштата, Ю.Д.Калашникова, Л.В.Китаевой лечебный эффект при диссеминированном внутрисосудистом свертывании (ДВС) крови с помощью миллиметрового радиоволнового воздействия на частоте 60,5 ГГц [25]. Начнем обсуждение с этого последнего обстоятельства. Во-первых, хорошо известно, что ДВС-синдром может быть обусловлен избыточной активацией С3 - компонента комплемента, т.е. феноменом избыточной гуморальной защиты, который относят к "врожденным" реакциям гиперчувствительности [8]. Во-вторых, лечебный эффект при инсультном ДВС-синдроме, полученный нами с помощью миллиметрового радиоволнового воздействия, существенно разнится в зависимости от стороны облучения. В случае облучения кожи правой половины тела (а мы облучали область плечевого сустава) лечебный эффект не зависел от стороны поражения головного мозга. В случае же облучения кожи левой половины тела (соответственно области левого плечевого сустава) лечебный эффект наблюдался при поражении правой половины головного мозга. Один из вариантов аргументированного объяснения этого факта, предложенный нами, сводится к тому, что сенсорная рецепция миллиметрового радиоволнового воздействия, т.е. рецепция на уровне целого организма, при облучении справа реализуется через более общие физиологические механизмы, связанные с централь-

ной гемодинамикой, зависящей, в свою очередь, от сокращения сердца. В-третьих, в [26] экспериментально показано, что реакция гиперчувствительности замедленного типа* на туберкулин у больных с полушарным инсультом существенно сильнее выражена на стороне моторного дефекта, т.е. обычно на стороне, противоположной очагу поражения головного мозга. Сравнивая эти данные с полученными нами результатами, нетрудно убедиться, что, облучая миллиметровыми радиоволнами область левого плечевого сустава у больных с правосторонним полушарным инсультом, мы производим воздействие на кожу с признаками высокой готовности к усиленной антигенспецифической Т-клеточной реактивности** и только в таком случае получаем достоверный лечебный эффект при ДВС-синдроме. Можно также предположить, что отсутствие зависимости лечебного эффекта от стороны поражения мозга при облучении правого плечевого сустава обусловлено реализацией лечебного воздействия через иные, не обязательно иммунные, механизмы.

Переходя к вопросам биохимической рецепции миллиметровых радиоволн, т.е. рецепции на уровне отдельных клеток, напомним читателю цепочку последовательных физиологических процессов, предположительно возникающих при воздействии. Наибольшей чувствительностью к нему, о чем мы уже говорили, обладают ткани со смешанным метаболизмом и с учетом незначительной глубины проникновения миллиметровых радиоволн в кожу (до 1 мм); этими тканевыми элементами оказываются клетки венозной стенки, фибробласты и лейкоциты (соответственно, лимфоциты). Метаболический эффект миллиметрового радиоволнового воздействия на указанные образования состоит в интенсификации пентозофосфатного цикла, что приводит к активации калиевого насоса. Данное обстоятельство сопровождается изменением уровня калия в окружающей клетку среде, вызывая возбуждение пептидергических нервных волокон кожи, выделяющих вазоинтестинальный пептид, нейротензин, субстанцию Р. Далее нейротензин и субстанция Р вызывают либерацию тучных клеток, т.е. выделение из них ряда биологически активных веществ, среди которых гистамин и протеазы. В частности, уровень гистамина в зоне либерации, в принципе, может увеличиться в 30 раз. В ответ на выброс гистамина тучными клетками ткани продуцируют соматостатин. В ответ на выделение протеаз макрофаги секретируют $\alpha 2$-макроглобулин. Сосредоточим наше внимание при обсуждении на этих трех веществах, а именно, на субстанции Р, гистамине и $\alpha 2$-макроглобулине, имеющих прямое отношение к иммунной реактивности тканей и всего организма.

Как показано в [28], С-концевой фрагмент молекул субстанции Р обладает иммуносупрессивными свойствами,а N-терминальный ее фрагмент - иммуностимулирующей активностью. Оккупация субстанцией Р соответствующих рецепторов на лимфоцитах сопровождается активацией иммунных реакций, однако ограниченный протеолиз субстанции Р приводит к образованию С-терминального фрагмента и соответственно к иммуносупрессивным реакциям. То есть субстанция Р выступает

---

* Сюда, кстати, относится и обсуждавшийся нами в разделе о клетках Лангерганса контактный дерматит.

** Заметим, однако,что по данным другой экспериментальной работы [27], выполненной на крысах, эпидермальные клетки, модифицированные туберкулином in vivo, могут супрессировать антигенспецифическую пролиферацию Т-клеток in vitro.

в роли типичного иммуномодулятора. Гистамин, в свою очередь, как следует из обзорной работы [29], является модулятором многих цитокинов, что осуществляется непосредственно либо через контроль ряда нейрогормонов, в частности адренокортикотропного и α-меланоцитстимулирующего (гистамин увеличивает их концентрацию), а также тиреостимулирующего (гистамин уменьшает его концентрацию). В большинстве физиологических систем эффекты гистамина, реализованные через H_1-рецепторы, отличаются позитивной направленностью, а эффекты гистамина, реализованные через H_2-рецепторы, отличаются негативной направленностью. Так, например, активируя H_2-рецепторы, гистамин уменьшает биосинтез С3-компонента комплемента моноцитами человека, а активируя H_1-рецепторы, напротив увеличивает его. Этот экспериментальный факт имеет непосредственное отношение к обсуждавшемуся нами вопросу о происхождении ДВС-синдрома при "врожденных" реакциях гиперчувствительности. Функция модуляции цитокинов приписывается и $\alpha2$-макроглобулину [30].Среди цитокинов, предположительно модулируемых $\alpha2$-макроглобулином,рассматриваются фактор опухолевого некроза, интерлейкин-1β, интерлейкин-2, интерлейкин-6 и другие. Некоторые исследователи, однако, возражают против столь расширенного толкования эффектов $\alpha2$-макроглобулина, связывая с ним только функцию белка -носителя отдельных цитокинов [31]. Функция $\alpha2$-макроглобулина как белка-носителя интерлейкина-6 в плазме человека изучена в [32]. Интерлейкин-6, связанный с $\alpha2$-макроглобулином, сохраняет свою биологическую активность и устойчивость к воздействию протеаз, хотя свободный интерлейкин-6 легко деградирует в этих условиях. Таким образом, $\alpha2$-макроглобулин, играя роль белка-носителя для интерлейкина-6, делает его доступным для лимфоцитов, гепатоцитов и кроветворных стволовых клеток, приводя, соответственно к инициации иммунных реакций, реакций острой фазы и гемопоэза. Гистамин, как следует из обзорной работы [29], увеличивает выделение С3-компонента комплемента и фибриногена первичными гепатоцитами мышей, стимулированными интерлейкином-6, но уменьшает выделение С3-компонента комплемента при стимуляции первичных гепатоцитов γ-интерфероном. Таким образом, рассмотренные нами иммуномодуляторы, а именно: субстанция Р, гистамин и $\alpha2$-макроглобулин, выделяющиеся в процессе биохимической рецепции миллиметровых радиоволн, т.е. рецепции на уровне отдельных клеток, могут приводить, в зависимости от физиологического контекста, к разнонаправленным иммунным сдвигам. В связи с этим еще раз вернемся к экспериментальной работе В.И.Говалло и его соавторов [6]. Облучая миллиметровыми радиоволнами в условиях in vitro лимфоциты (а также фибробласты) человека на частотах 42,2 или 53,5 ГГц, им удалось выделить цитокин, связанный с активацией дегидрогеназ и действующий подобно фактору роста контактно и дистанционно. Детальную идентификацию выделенного цитокина, по-видимому, еще предстоит сделать, но именно с ним авторы уже сегодня связывают лечебный эффект миллиметрового радиоволнового воздействия при синдромах вторичного иммунодефицита. Однако из материалов всей нашей статьи следует, что вряд ли возможно многогранный эффект миллиметрового радиоволнового воздействия объяснить активностью одного, пусть даже весьма многообещающего цитокина.

Заключение

Миллиметровое радиоволновое воздействие низкой интенсивности является тем физическим фактором, который в границах физиологических сдвигов реально изменяет иммунную реактивность живого организма, будь то организм экспериментального животного, соматически здорового добровольца либо больного человека. Этот эффект миллиметрового радиоволнового воздействия отмечен как на уровне первичных, так и вторичных лимфоидных органов и затрагивает как показатели клеточного, так и показатели гуморального иммунитета. Конкретная картина иммунных сдвигов при миллиметровом радиоволновом воздействии в определенной степени зависит от использованной частоты облучения. Кожная составляющая иммунного ответа на миллиметровое радиоволновое воздействие оказывается значимым фактором как в процессе сенсорной рецепции, т.е. рецепции на уровне целого организма, так и в процессе биохимической рецепции, т.е. рецепции на уровне отдельных клеток. Ключевую роль здесь играет коллаген, составляющий белковый каркас собственно кожи и реально влияющий на показатели клеточного и, возможно, гуморального иммунитета. Иммунные сдвиги, обусловленные миллиметровым радиоволновым воздействием, имеют противовирусную и антимикробную направленность и могут быть использованы соответственно для профилактики и лечения вирусных заболеваний и сочетанной терапии бактериальных инфекций.

Литература

1. Родштат И.В. Физиологическая активность как критерий выбора модели эксперимента при изучении взаимодействия миллиметровых радиоволн с биологическими объектами: Препринт N 3 (442).-М.:ИРЭ АН СССР, 1986.- 22 с.

2. Севастьянова Л.А. Биологическое действие радиоволн миллиметрового диапазона на нормальные ткани и злокачественные новообразования // Эффекты нетеплового воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты.- М.: ИРЭ АН СССР, 1983.- С.48-62.

3. Родштат И.В. Иммунные эффекты миллиметровых радиоволн и пептидергическая иннервация кожи // Взаимодействие нервной и иммунной систем. - Л.-Ростов-на-Дону, 1990.- С.185.

4. Родштат И.В. Физиологическая концепция взаимодействия миллиметровых радиоволн с организмом человека // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Ч.3.- С.548-553.

5. Вайнштейн В.Е. Влияние СВЧ-излучения миллиметрового диапазона нетепловой мощности на киллерную активность лимфоцитов мышей: Дипломная работа.- М.: Второй Московский мед. ин-т им. Н.И.Пирогова и Лаборатория новых физ. факторов воздействия ВОНЦ АМН СССР, 1982.- 55 с.

6. Говалло В.И., Барер Ф.С., Волчек И.А. и др. Продукция ЭМИ-облученными лимфоцитами и фибробластами человека фактора, активирующего пролиферацию клеток // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.-Ч.2.- С.340-344.

7. Arencibia I., Sundqvist K.-G. Collagen receptor on T-lymphocytes and the control of lymphocyte motility // European J. Immunology.- 1989.- V.19.- N 5.- P.929-934.

8. Ройт А. Основы иммунологии.- М.: Мир.- 1991.- 327 с.

9. Schaefer H., Zesch A., Stuttgen G. with collaboration of Schalla W. Skin permeability. Berlin: Springer-Verlag.- 1982.- 896 p.

10. Шуб Г.М., Лунева И.О., Островский Н.В., Кнороз М.Ю. Воздействие миллиметровых волн на лекарственную устойчивость микроорганизмов в экспериментах in vivo и in vitro // Миллиметровые волны в медицине и биологии.- М.: ИРЭ АН СССР, 1989.- С.199-204.

11. Кормейн Р.Х., Асгар С.С. Иммунология и болезни кожи.- М.: Медицина.- 1983.- 255 с.

12. Маскаренас С. Биоэлектреты: Электреты в биоматериалах и биополимерах // Электреты.- М.: Мир.- 1983.- С.400-430.

13. Stingl G., Steiner G. Immunological host defence of the skin // Immunodeficiency and skin.- Basel: Karger.- 1989.- V.18.- P.22-30.

14. Bieber T. FcεRII/CD23 on epidermal Langerhans' cells // Research in Immunology.- 1992.- V.143.- N.4.- P.445-447.

15. Фролов Е.П., Персина И.С. Роль кожи в иммунологических реакциях // Кожа: строение, функция, общая патология и терапия.- М.: Медицина.- 1982.- С.140-156.

16. Пивоварова А.И., Веденский О.Ю., Колесник О.Л., Банников В.С. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на пролиферацию лимфоцитов периферической крови человека // Миллиметровые волны в медицине.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Т.1.- С.233-239.

17. Залюбовская Н.П. Биологические реакции как основа гигиенической оценки электромагнитных волн миллиметрового диапазона: Автореф. докт. дис.- Киев: Мед. ин-т им. А.А.Богомольца, 1979.- 29 с.

18. Sauder D.N., Orr F.W., Matic S. et al. Human interleukin-1α is chemotactic for normal human keratinocytes // Immunology Letters.- 1989.- V.22.- N2.- P.123-128.

19. Seckinger Ph., Kaufmann M.-T., Dayer J.-M. An interleukin-1 inhibitor affects both cell-associated interleukin-1-induced T-cell proliferation and PGE_2/collagenase production by human dermal fibroblasts and synovial cells //Immunobiology.- 1990.- V.180.-N4/5.- P.316-327.

20. Sayama K., Shiraishi S., Shirakata G. et al. Characterization of homologous restriction factor (HRF_{20}) in human skin and leucocytes // Clinical and Experimental Immunology.- 1990.- V.82.- N2.- P.355-358.

21. Хаяси Т. Многообразие форм и действия коллагена // Гэндай кагаку.- 1981.- N120.- P.26-34 / Пер. с японского языка N D-23857).

N 2 Миллиметровые волны в биологии и медицине октябрь, 1993
Статьи

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕКОТОРЫХ ИММУННЫХ ЭФФЕКТОВ МИЛЛИМЕТРОВОГО РАДИОВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В КОЖЕ

И.В.Родштат

Институт радиотехники и электроники РАН, г.Москва

Введение

Автор впервые обратился к обсуждаемой проблеме в 1986 году [1] с целью понять эффект быстрого восстановления после рентгеновского воздействия киллерной функции лимфоцитов в лимфоузлах экспериментальных мышей при условии предварительного облучения их миллиметровыми радиоволнами на частоте 42,2 ГГц [2]. Предложенная нами объяснительная гипотеза в 1990 году была представлена на V Всесоюзном симпозиуме "Взаимодействие нервной и иммунной систем" [3]. Напомним читателю некоторые основные положения упомянутых работ. В частности, мы объяснили описанный в [2] эффект взаимодействием миллиметровых радиоволн с биохимическими рецепторами Т-лимфоцитов на стадии трансдукции, т.е. в период возникновения в клеточной мембране гуморального сигнала к активации циклического аденозинмонофосфата. Механизм такого воздействия сводится к модуляции гуморального (гистаминового) сигнала липидами рецептивной мембраны, перекисное окисление которых ускоряется миллиметровыми радиоволнами. Выход гистамина инициирован активацией пептидергических волокон кожи, выделяющих при адекватном раздражении нейротензин, вазоактивный кишечный пептид и субстанцию Р. Адекватным стимулом для активации части пептидергических волокон является физиологически высокая концентрация иона калия (до 55 мМ) в присутствии иона кальция. В свою очередь, изменение концентрации иона калия связано с воздействием миллиметровых радиоволн на элементы венозной стенки, имеющие смешанный метаболизм (пентозофосфатный цикл, гликолиз, цикл трикарбоновых кислот), что приводит к изменению активности калиевого насоса. Т-киллеры относятся к рециркулирующим клеткам крови и также как венозное русло микроциркуляции доступны квантам миллиметрового излучения при облучении кожи.

За время, прошедшее с момента опубликования упомянутых работ, возникли три новых обстоятельства, которые необходимо учитывать при обсуждении иммунных эффектов миллиметровых радиоволн. Во-первых, в 1991 году на Международном симпозиуме нами предложена физиологическая концепция взаимодействия миллиметровых радиоволн с организмом человека [4], которая в целом поддержана научной общественностью. Во-вторых, после сообщения Л.А.Севастьяновой [2], основанного на экспериментальной работе студента-дипломника В.Е.Вайнштейна [5], выполнен целый ряд других экспериментальных исследований, оценивающих иные иммунные эффекты миллиметровых радиоволн (а не только восстановление киллерной функции лимфоцитов). Среди них работа известного клинического иммунолога В.И.Говалло и его соавторов о продукции облученными лимфоцитами и фибробластами человека фактора, активирующего пролиферацию клеток [6]. В-третьих, существенно продвинулись работы по иммунологии тканей организма, в частности коллагена I, составляющего каркас собственно кожи [7].

22. Гуревич М.Е. Реакции лимфатических узлов мышей на СВЧ-излучение ММ-диапазона в зависимости от места воздействия и исходного состояния животных: Автореф. канд. дис.- Томск: Мед. ин-т, 1987.- 19 с.

23. Рыжикова Л.В.,Старик А.М., Волгарев А.П. и др. Защитный эффект низкоинтенсивного миллиметрового облучения при летальной гриппозной инфекции // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР.-1991.- Ч.2.- С.373-377.

24. Брондз Б.Д. Т-лимфоциты и их рецепторы в иммунологическом распознавании.- М.: Наука.- 1987.- 471 с.

25. Карлов В.А., Родштат И.В., Калашников Ю.Д., Китаева Л.В. Лечение нарушений мозгового кровообращения с помощью мм-волн // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Ч.1.- С.196-200.

26. Tarkowski E., Ekelund P., Tarkowski A. Enhancement of antigen-specific T-cell reactivity on the affected side in stroke patients. // J. Neuroimmunology.- 1991.- V.34.- N1.-P.61-67.

27. Scheynius A., Larsson P., Skoglund C. et al. Effects of purified protein derivate (PPD)-activated syngeneic epidermal cell on a PPD-specific rat T-helper cell line // Scandinavian J. Immunology.- 1989.- V.29.- N6.- P.671-677.

28. Siemion I.Z.,Nawroska E., Slon G. et al. Immunoregulatory activity of substance P fragments. // Molecular Immunology.-1990.- V.27.-N9.- P.887-890.

29. Falus A., Meretey K. Histamine: An early messenger in inflammatory and immune reactions // Immunology Today.- 1992.- V.13.- N5.- P.154-156.

30. James K. Interactions between cytokines and $\alpha 2$-macroglobulin // Immunology Today.- 1990.- V.11.- N5.- P.163-166.

31. Peterson C.M., Moestrup S.K. Interactions between cytikines and $\alpha 2$-macroglobulin // Immunology Today.- 1990.- V.11.- N12.- P.430-431.

32. Matsuda T., Hirano T., Nagasawa Sh., Kishimoto T. Indentification of $\alpha 2$-macroglobulin as a carrier protein for IL-6 // J. Immunology.- 1989.- V.142.- N1.- P.148-152.

PHYSIOLOGICAL BASIS FOR SOME IMMUNE EFFECTS OF MM-WAVE RADIATION IN SKIN

I.V.Rodshtat

Physiological conceptions of immune shifts caused by mm-wave radiation in skin, primary and secondary lymphoid modules are presented in the paper in a consecutive order. The author's physiological conception supported by his own clinical-experimental materials as well as the analyses of the latest immunological literature on the problems discussed are used as the basis for the paper.

The principal emphasis is made on the skin component of the immune response under the mm-wave radiation action.

О БИОХИМИЧЕСКОМ МЕХАНИЗМЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

А.П.Жуковский, О.П.Резункова, С.В.Сорвин, О.В.Добролеж, М.А.Жуковский

ЦНИРРИ МЗ России, г.Санкт-Петербург

Биологические эффекты электромагнитных излучений КВЧ-диапазона систематически и широко изучаются, и основные закономерности этих эффектов достаточно надежно установлены [1-3]. В то же время, природа первичного акта воздействия излучений на биологические объекты до настоящего времени не нашла сколько-нибудь удовлетворительного объяснения. Острорезонансный характер частотной зависимости наблюдаемых эффектов, их стабильность и воспроизводимость, на наш взгляд, делают весьма сомнительными гипотезы о роли в этих эффектах сложных надмолекулярных структур типа гигантских диполей [3], кольцевых резонаторов в мембранах [4, 5] и т.п. Сложные биологические структуры, в силу своей гетерогенности и лабильности, вряд ли могут обладать столь устойчивыми, точными и воспроизводимыми острорезонансными характеристиками. В сложной биологической системе единственным стабильным и строго воспроизводимым объектом может являться только отдельная молекула. Мы считаем, что первичный акт действия КВЧ-излучения заключается в его воздействии на определенные молекулы в клетках организма. При такой постановке вопроса совершенно иной смысл приобретает то свойство первичного акта, которое принято называть "острорезонансный характер" и которое естественным для физики молекул образом объясняется как "квантованный характер".

Ключевым моментом предлагаемой концепции является предположение о том, что способ функционирования некоторых молекул в биологических системах в ряде случаев должен обладать особым характером, не сводящимся к обычному контактному химическому воздействию. Необходимость предположения о некотором особом, а скорее всего, достаточно распространенном характере функционирования молекул, вытекает, в частности, из известных фактов влияния ничтожных концентраций веществ на биологические функции. В ряде случаев очевидна практическая невозможность прямого контакта ничтожных количеств вещества со всеми объектами, дающими отклик на присутствие этого вещества [6]. Приходится предположить возможность бесконтактного дистанционного влияния молекул на рецепторы через водную среду. С точки зрения физической химии водных систем это вполне допустимо, так как различные молекулы, в зависимости от их гидрофильности или гидрофобности, могут изменять структуру воды, вызывая ее стабилизацию (назовем это изменение структуры "сигналом α" или разупорядочение (сигнал β) [7-9]. Эти процессы изменения структуры воды, вследствие кооперативного характера ее свойств [10], распространяются на достаточно большие расстояния и могут достигать удаленных рецепторов [11]. Рецептор откликается на определенную последовательность сигналов, создающих кодированное сообщение. В молекуле-индукторе имеются различные химические группы, создающие в структуре воды возмущения различного характера, названные выше сигналами α и β. В процессе теплового вращения молекулы-индуктора указанные возмущения перемещаются по объему воды и, следовательно, сигналы поочередно проходят через рецептор, который и

прочитывает закодированное сообщение. Характер сообщения строго определен структурой молекулы-индикатора, что полностью объясняет резкую специфичность ее действия. Очевидно, что при таком механизме даже одна молекула-индуктор за короткое время может оказать дистанционное воздействие на большое количество рецепторов. Этим объясняется достаточность ничтожных количеств молекул-индукторов для создания значительного биологического эффекта. Мы предполагаем, что биологический эффект электромагнитных излучений связан с воздействием излучений именно на такие молекулы, взаимодействующие с рецепторами по предложенному выше дистанционному механизму. В связи с проблемой действия КВЧ-излучения возникают следующие три вопроса:

1. На какие молекулы действует КВЧ-излучение?
2. Каков физический механизм этого действия?
3. Каким образом это воздействие может создать требуемый биологический эффект?

Для ответа на первый вопрос необходимо учесть следующие факты: КВЧ-излучение полностью поглощается уже в поверхностном слое; КВЧ-излучение мобилизует защитные силы организма, т.е. усиливает функции, присущие в норме самому организму; терапевтическое действие КВЧ-излучения затрагивает очень широкий класс разнообразных функций организма. Следовательно, те гипотетические молекулы, которые участвуют в первичном акте, должны обладать следующими свойствами: они должны присутствовать практически во всех клетках организма, участвовать в регуляции биологических процессов и их роль должна быть универсальной. Всем этим требованиям полностью удовлетворяют молекулы циклического аденозинмонофосфата (ЦАМФ). Молекулы ЦАМФ присутствуют во всех живых клетках; именно они регулируют основные для данной ткани процессы; ЦАМФ стимулирует множество весьма разнообразных процессов, т.е. является универсальным регулятором функций организма.

Переходя к вопросу о механизме первичного акта воздействия электромагнитных излучений на биологические объекты, обратимся к анализу спектра действия КВЧ-излучения. Положение спектра действия, его дискретный и многокомпонентный характер, закономерности расположения максимумов свидетельствуют о том, что спектр действия КВЧ-излучения представляет собой не что иное, как вращательный спектр молекул ЦАМФ. Именно вращательный спектр молекул ЦАМФ, обусловленный переходами между квантовыми уровнями вращательной энергии, должен лежать как раз в миллиметровой области спектра и иметь дискретный и многокомпонентный характер, т.е. состоять из узких эквидистантных линий. Выдвинутое здесь предположение должно удовлетворять целому ряду весьма жестких количественных требований. Несоответствие хотя бы одному из них должно привести к признанию некорректности предложенного подхода. Отметим, что предлагаемая концепция с высокой количественной точностью удовлетворяет всем жестким критериям. Первый из критериев заключается в том, что спектр действия КВЧ-излучения не только качественно, но и количественно точно должен совпадать с вращательным спектром молекул ЦАМФ в растворе. Из молекулярной спектроскопии известно, что расстояние между соседними линиями вращательного спектра должно иметь порядок величины $h^2/8\pi^2 I$, где I - момент инерции молекулы. Из литературных данных о спектрах действия КВЧ-излучения можно рассчитать, что величина I должна иметь значение порядка 10-36г·см^2. Приближенный расчет

момента инерции молекул ЦАМФ дает величину его порядка $I = 10\text{-}36 г \cdot см^2$. Таким образом, спектр действия КВЧ-излучения как по спектральному положению, так и по структуре оказывается весьма близким к вращательному спектру молекул ЦАМФ. По нашему мнению, первичный акт действия КВЧ-излучения состоит в том, что электромагнитное излучение изменяет характер вращательного движения молекул ЦАМФ и тем самым усиливает их дистанционное воздействие на рецепторы. Любое реалистическое объяснение механизма должно дать удовлетворительный ответ на следующий вопрос, являющийся одним из наиболее сложных во всей проблеме действия электромагнитных излучений на живые организмы. Известно, что энергия квантов КВЧ-излучения примерно на два порядка меньше величины тепловой энергии kT, т.е. переход между уровнями со столь незначительно различающимися энергиями не может сколько-нибудь ощутимо изменить заселенности уровней. Отсюда обычно делается вывод, что переходы с энергиями, значительно меньшими энергии теплового шума, не могут повлиять на состояние объекта. В предлагаемом нами механизме это затруднение полностью отсутствует. Для биологического эффекта, т.е. для эффективности передачи информации на рецептор, безразлично соотношение заселенности вращательных уровней, но важен только сам факт перехода между уровнями, так как молекулы, совершившие вращательный переход, приобретают повышенную активность дистанционного воздействия на рецепторы. Пусть молекула ЦАМФ передает на рецептор сообщение, состоящее из двух последовательных сигналов α и β. Характер прохождения через рецептор этих сигналов, представляющих собой определенные возмущения структуры воды, определяется вращательным движением молекулы ЦАМФ. Сигнал α создает на рецепторе возмущение, подготавливающее рецептор к отклику на последующий сигнал β, и результирующий отклик рецептора на сообщение $\alpha+\beta$ пропорционален интегралу перекрывания сигналов α и β. Оба сигнала, представляющие собой возмущения структуры воды вблизи рецептора, возникают и исчезают не мгновенно, а с некоторыми характерными временами релаксации. Очевидно, что характер временной зависимости возмущения зависит от скорости прохождения сигналов через рецептор, т.е. от угловой скорости вращения молекул ЦАМФ. На рис.1 приведен качественный результат проведенных нами расчетов интегралов перекрывания при различных режимах вращения

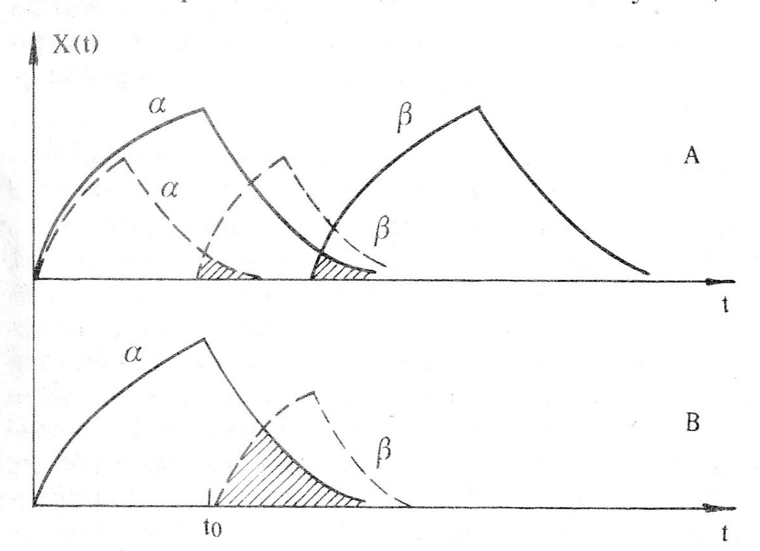


Рис.1. Перекрывание последовательных сигналов, поступающих на рецептор при дистанционном воздействии. X(t) - временная зависимость возмущения воды вблизи поверхности рецептора. — вращение молекулы -индуктора, --- быстрое вращение. А - угловая скорость вращения постоянна; В -угловая скорость вращения увеличивается в процессе дистанционного воздействия. Области перекрывания сигналов заштрихованы

молекул: при любой скорости вращения интеграл перекрывания практически одинаков, так как медленное вращение создает значительные по величине, но разнесенные во времени сигналы, а быстрое вращение сближает сигналы во времени, но уменьшает их величину; и лишь увеличение скорости вращения в процессе дистанционного воздействия приведет к увеличению эффективности суммарного действия на рецептор. Следовательно, именно молекулы, совершившие вращательный переход под действием КВЧ-излучения, будут иметь повышенный интеграл перекрывания сигналов α и β и, следовательно, повышенную активность дистанционного воздействия на рецепторы.

Таковы основные положения предлагаемой нами концепции. Как отмечалось выше, эта концепция для того, чтобы быть внутренне непротиворечивой, должна, как и всякая другая, удовлетворять ряду жестких качественных и количественных критериев. Нами были проведены теоретические и экспериментальные исследования, имеющие целью проверку и доказательство основных положений развиваемой концепции. Один из результатов этих исследований, свидетельствующий о совпадении моментов инерции ЦАМФ, вычисленного из спектров действия КВЧ-излучения и рассчитанного на основе геометрической структуры молекулы, был приведен нами выше. Далее мы кратко изложим другие результаты исследований, по необходимости опуская некоторые детали теоретических расчетов и постановки экспериментов в силу их громоздкости.

1. Данная гипотеза предполагает, что возмущения структуры воды, создаваемые молекулой ЦАМФ, практически мгновенно перемещаются по объему воды вслед за вращением молекулы. Однако известно, что структурные изменения в воде возникают и исчезают не мгновенно, а с определенными временами релаксации. Таким образом, предложенная гипотеза может быть верна только в том случае, если структурные изменения в воде происходят настолько быстро, что их можно считать практически мгновенными по сравнению с более медленными вращениями молекулы ЦАМФ. Это означает, что для правильности гипотезы должен выполняться следующий количественный критерий: период вращения молекулы Т должен быть много больше, чем характерное время объемной релаксации в воде τ, т.е. $T>>\tau$. Время объемной релаксации в воде при температуре 40°С равно τ=0,34·10^{-12}с [12]. Период вращения молекул ЦАМФ, находящихся на вращательных уровнях, переходы между которыми соответствуют линиям спектра вблизи терапевтических резонансов с длинами волн порядка 7 мм вычислялся по формуле $T=I/\sqrt{\nu_1\nu_2}$, где ν_1 и ν_1 - частоты максимумов соседних резонансов. Вычисленный из экспериментальных спектров действия период вращения составил Т=23·10^{-12}с. Таким образом, $T=68\tau$, т.е. условие $T>>\tau$ действительно выполняется.

2. Для того, чтобы воздействие КВЧ-излучения привело к ощутимому увеличению сигнала на рецепторе, необходимо, чтобы увеличение перекрывания сигналов α и β при вращательном переходе не было ничтожно малой величиной. Это означает, что изменение периода вращения при вращательном переходе ΔT не должно быть пренебрежительно мало по сравнению со временем релаксации τ, т.е. не должно выполняться условие $\Delta T<<\tau$ Проведенный нами расчет показал, что $\Delta T=0,19\tau$, т.е. изменение периода вращения составляет примерно 20% от времени релаксации и, следовательно, не является пренебрежимо малой величиной по сравнению с τ. Таким образом, предлагаемый нами механизм обеспечивает вполне

ощутимое увеличение интеграла перекрывания сигналов и, следовательно, соответствующее увеличение эффективности дистанционного воздействия ЦАМФ на рецепторы при облучении волнами миллиметрового диапазона.

3. Известно,что вращательный спектр молекул состоит из большого числа эквидистантных линий, занимающих широкий интервал длин волн от долей миллиметра до нескольких метров. Возникает вопрос, почему эмпирически подобранные терапевтические резонансы группируются в относительно узком диапазоне длин волн 5-8 мм. Естественный ответ на этот вопрос состоит в том, что во вращательных спектрах молекул вследствие немонотонного распределения заселенностей вращательных уровней существует немонотонное распределение интенсивностей спектральных линий, проходящее через максимум, и эмпирически подобранные терапевтические резонансы должны соответствовать линиям, близким к спектральному интервалу максимальной интенсивности линий. Длина волны линии максимальной интенсивности рассчитывалась нами по формуле

$$\lambda_{max} = \frac{2c}{\Delta\nu}\left(\sqrt{\frac{2kT}{\pi h\Delta\nu}} - 1\right)^{-1},$$

где $\Delta\nu$ - расстояние между соседними линиями. Согласно проведенному расчету, линиям с максимальной интенсивностью соответствует длина волны порядка λ_{max}=9 мм, т.е. наличие эмпирически подобранных терапевтических резонансов в интервале длин волн 5-8 мм полностью объясняется тем, что этот интервал лежит в области спектра, соответствующей наибольшей интенсивности линий.

4. Нами был теоретически исследован механизм вращательного движения молекул ЦАМФ в жидкой среде, который, естественно, должен отличаться от чисто инерционного вращения в газовой фазе. Результаты расчета позволили отвергнуть гипотезу о механизме вращения по модели надбарьерных состояний [13] и доказать, что вращательное движение осуществляется по модели ограниченного ротатора [14]. Угол раствора конуса либраций молекул ЦАМФ превышает 180° - обеспечивает существенное перемещение возмущений структуры воды по объему жидкости.

5. В молекулярной спектроскопии известно, что изменение вращательного состояния молекул может быть осуществлено не только посредством переходов между вращательными уровнями энергии в диапазоне низкочастотного чисто вращательного спектра, но также и путем изменения колебательного состояния молекулы при облучении инфракрасным светом в области R-ветви колебательно-вращательного спектра. Таким образом, если биологические эффекты КВЧ-излучения обязаны изменениям вращательного состояния молекул, то аналогичные эффекты должны наблюдаться и при воздействии на биологический объект инфракрасного света, соответствующего колебательным полосам поглощения тех же молекул. Как видно, наличие терапевтических эффектов при воздействии электромагнитных излучений различных спектральных диапазонов в нашем подходе не требует специальных объяснений, а является естественным и необходимым следствием предлагаемого механизма. Как известно, биологические эффекты при облучении инфракрасным светом действительно наблюдаются [15]. Согласно нашей концепции, частоты терапевтических резонансов в инфракрасной области должны быть близки к максимумам поглощения или рамановского рассеяния молекул ЦАМФ или АМФ, колебательные спектры которых практически полностью иден-



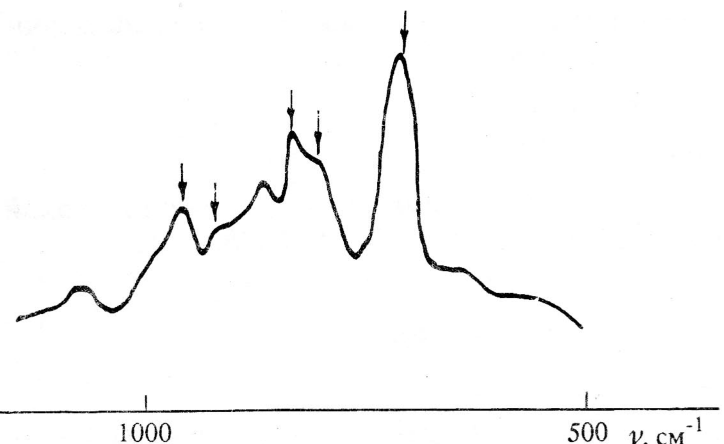


Рис.2. Рамановский спектр молекул аденозинмонофосфата по данным работы [16]. Стрелками показаны частоты терапевтических резонансов [15]

тичны. На рис.2 приведен рамановский спектр молекул АМФ по данным работы [16] в сопоставлении с частотами эмпирически подобранных резонансов терапевтического эффекта [15]. Как видно из рис.2, наблюдается хорошее и, по нашему мнению, весьма впечатляющее совпадение теоретически ожидаемых и экспериментально подобранных частот.

6. Для проверки развиваемой концепции нами был поставлен прямой эксперимент. Кратко приведем его основные результаты. Ранее нами было обнаружено стимулирующее воздействие ультранизких доз ЦАМФ на колониеобразующую способность бактерий Escherichia Coli M-17, подвергнутых тепловому шоку. Этот эксперимент был воспроизведен нами со следующей модификацией: вслед за добавлением ЦАМФ культура бактерий подвергалась воздействию миллиметрового излучения. Вначале клетки выращивались в течение 6 часов при температуре 37°С. Затем клетки отделялись от среды центрифугированием и ресуспендировались в физиологическом растворе до оптической плотности 10^9кл/мл. Подготовленные образцы инкубировались при 37°С в течение 2 часов. Затем часть образцов прогревалась 15 минут при температурах 52-55°С. После завершения термошока в образцы вносился водный раствор ЦАМФ до конечной концентрации 10^{-18}М. После этого образцы делились на две части, и одна из частей при комнатной температуре подвергалась облучению КВЧ-излучением с длиной волны 5,6 мм на приборе "Явь-1". Количество жизнеспособных клеток определяли методом высева 10-кратных разведений на агар Эндо с последующей инкубацией при 37°С в течение 18 часов и подсчетом числа образовавшихся колоний. Параллельно проводились все контрольные эксперименты: добавление ЦАМФ без облучения, облучение без добавления ЦАМФ и т.д. Колониеобразующая способность бактерий без добавления ЦАМФ и без облучения принималась за 100%. Серия из 28 экспериментов показала, что колониеобразующая способность бактерий при добавлении ЦАМФ без воздействия КВЧ-излучения составляет 117,7% по отношению к контролю, а колониеобразующая способность при добавлении ЦАМФ и при облучении - 124,5%. Среднеквадратичная ошибка эксперимента - 7,3%. По нашему мнению, этот результат доказывает основное положение концепции о влиянии миллиметрового излучения на эффективность дистанционного воздействия ЦАМФ на рецепторы.

В заключение отметим, что проведенные нами теоретические и экспериментальные исследования позволили получить результаты, свидетельствующие в пользу развиваемой концепции и не выявили каких-либо ее внутренних противоречий. Мы считаем, что предложенный нами биофизический механизм первичного акта

действия КВЧ-излучения на биологические объекты заслуживает дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Литература

1. Девятков Н.Д. // Успехи физ.наук.- 1973.- Т.110.- N3.- С.453.
2. Девятков Н.Д., Бецкий О.В. // Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине.- М.: ИРЭ АН СССР, 1985.- С.6.
3. Frohlich H. //Electronics and Electron Phys.- 1980.- V.53.- P.85-152.
4. Голант М.Б. // Биофизика.- 1989.- Т.34.- N2.- С.339-348.
5. Голант М.Б. // Биофизика.- 1989.- Т.34.- N6.- С.1004-1014.
6. Бурлакова Е.Б., Конкрадов А.А., Худяков И.В. // Изв. АН СССР. Сер. биологическая.- 1990.- N2.- С.184-193.
7. Горбунов Б.З., Козлов В.С., Наберухин Ю.И. // Журн. структурной химии.- 1975.- Т.16.- N5.- С.808-815.
8. Самойлов О.Я. // Журн. физ. химии.- 1978.- Т.52.- N8.- С.1857-1862.
9. Лященко А.К. // Физико-химические свойства водных систем.- С.-П.: Изд-во С.-П. ун-та.- 1991.- С.29-42.
10. Luck W.A.P., Schrems O. // Horizons in H-bond research.- Leuven.- 1982.- P.22-27.
11. Сидорова А.И., Жуковский А.П. // Журн. структурной химии.- 1971.- Т.12.- N3.- С.534-535.
12. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды.- М.: МГУ.- 1987.- 169 с.
13. Robert D., Galatry L. // Chem. Phys. Lett.- 1967.- V.1.- N2.- P.526-539.
14. Гайдук В.И., Калмыков Ю.П., Цейтлин Б.М. // Радиотехника и электроника.- Т.24.- N6.- С.1170-1183.
15. Лазеры в клинической медицине / Под ред.проф.Плетнева С.Д.- М.: Медицина.- 1981.- 339 с.
16. M.Tsuboi // Basic Principles in Nucleic Acid Chemistry.- Academic Press, N.-Y.-London.- 1974.- V.1.- P.339-452.

SOME PROBLEMS OF THE MECHANISM OF MM-WAVE RADIATION EFFECT ON BIOLOGICAL PROCESSES

A.P.Zhukovskii, O.P.Resunkova, S.V.Sorvin, O.V.Dobrolezh, M.A.Zhukovskii

A new hypotheses concerning the mechanism of low-intensity mm-wave radiation effect on biological objects has been put forward. The following sequence of mm-wave action is suggested: molecules (inductors) - changes of water structure - distant effect on cell receptors. Molecules of cyclic adenosinemonophosphate the rotatory spectrum of which lies in the EHF-band are taken as molecules-inductors. Correctness of the hypothesis is discussed with the help of theoretical analyses and experiments with Escherichia coli.

N 2 Миллиметровые волны в биологии и медицине октябрь, 1993
Статьи

ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ ГРАНУЛЯЦИОННО-ФИБРОЗНОЙ ТКАНИ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

И.Э.Детлав, Б.К.Шкирманте, Л.Э.Домбровска, И.В.Паэгле, Л.И.Слуцкий

Латвийский НИИ травматологии и ортопедии, г.Рига

Введение

В связи с продолжающимся ростом травматизма улучшение течения репаративных процессов в посттравматическом периоде остается актуальной проблемой современной медицины. Наш трехлетний клинический опыт применения электромагнитного поля крайне высокой частоты (ЭМП КВЧ) показал положительное влияние этого физического фактора на заживление ран и трофических язв. Имеются подобные сообщения других авторов. Н.Д.Девятков (1991) [1] в своей обобщающей статье отметил улучшение заживления лазерных ран под влиянием ММ-волн: купируется альтеративное воспаление, стимулируются рост и созревание грануляционной ткани. Отмечено также улучшение заживления инфицированных ран (Ю.Г.Шапошников и др., 1989 [2]; Ю.Ф.Каменев и др., 1991 [3]). Раневой рубец после воздействия ММ-излучения формируется без признаков келоидизации (С.Д.Плетнев, 1991 [4]). При развитии экспериментального инфаркта миокарда у крыс, облученных ММ-волнами, на 3-и сутки было достоверно повышено, в сравнении с контрольными животными, число фибропластов в формирующемся рубце, а на 7-е сутки достоверно увеличено количество коллагеновых волокон (В.М.Павлюк и В.И.Ковалев, 1991 [5]).

Как известно, организм отвечает на травматическое повреждение пролиферативно-репаративной реакцией соединительной ткани (Л.И.Слуцкий, 1969 [6]). Эта универсальная реакция проходит через четыре основных стадии (L.I.Slutskii et al., 1992 [7]): 1) воспалительная экссудация на фоне альтеративных явлений; 2) формирование "воспалительной ткани"; 3) формирование грануляционно-фиброзной ткани (ГФТ); 4) ремоделирование ГФТ с ее прогрессирующим фиброзированием (образование раневого рубца).

Изучение биохимических параметров ГФТ на различных стадиях ее развития позволяет получить количественную характеристику соединительно-тканной реакции на травматическое повреждение и влияние регулирующих факторов на ее динамику (Л.И.Слуцкий, 1969 [6]). В настоящей работе представлены результаты изучения локального воздействия ЭМП КВЧ на ГФТ.

Материал и методы исследования

Эксперименты проведены на белых лабораторных крысах. Для получения ГФТ использована экспериментальная модель циркулярной полнослойной кожной раны (в межлопаточной области), в которую для предотвращения контракции и эпителизации имплантируется пластмассовое кольцо, возвышающееся над краями раны (Л.Э.Домбровска и Л.И.Слуцкий, 1964 [8]).

В качестве генераторов ЭМП КВЧ служили аппараты "ЯВЬ-1" с частотой излучения 53,57 ГГц (длина волны 5,6 мм) (первая серия) или 42,25 ГГц (длина волны 7,1 мм) (вторая серия) без модуляции и аппарат "Шлем-1" со средней частотой генерируемого сигнала 42,25 ГГц (длина волны 7,1 мм) и шириной спектра сигнала ±200 МГц (третья серия эксперимента).

Область раны животных, помещенных в специальные пеналы, подвергалась облучению в течение 30 минут ежедневно на протяжении 5 суток после операции. Крысы контрольной группы никаким лечебным воздействиям не подвергались. Животные содержались в индивидуальных клетках. На 7-й день после операции, когда ГФТ достигает максимальной степени развития, животные декапированы под эфирным наркозом. Сформированная в раневом дефекте ГФТ отделялась тупым путем от подлежащих тканей, ее масса определялась взвешиванием, после чего она подвергалась комплексному количественному биохимическому анализу (Л.И.Слуцкий, 1969 [6]). Проводилось также гистологическое исследование ГФТ с использованием общепринятых методов окрашивания.

Результаты

Масса тела и двигательная активность животных экспериментальных серий после воздействия всех испытанных ЭМП КВЧ не отличались от этих показателей животных контрольной группы. Окрашивание гистологических препаратов ГФТ гематоксилин-эозином и пикрофуксином (Ван Гизон) не выявило сколько-нибудь существенных изменений под влиянием ЭМП.

Таблица 1

Влияние ЭМП КВЧ на массу (г) ГФТ и концентрации нуклеиновых кислот (г/100 г высушенной обезжиренной ткани; X±m), n=10

Показатели	Контроль	Серии эксперимента		
		I	II	III
Масса свежей ткани, г	0,98±0,048	1,28±0,105	0,92±0,053	0,98±0,058
ДНК	2,21±0,059	2,88±0,030[а]	2,66±0,040[аб]	2,80±0,049[ав]
РНК	1,36±0,058	1,32±0,03[б]	1,42±0,025	1,58±0,024[а]

<u>Примечание.</u> Различия статистически значимы по сравнению с:
а - контрольной группой; б - I серией эксперимента;
в - II серией эксперимента при Р <0,05.

Масса развившейся в раневых дефектах ГФТ (табл.1) также не отличалась статистически значимо от контроля. Вместе с тем, во всех экспериментальных сериях была достоверно повышена концентрация дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК) в ГФТ, что указывает на усиление пролиферации воспалительных и соединительно-тканных клеток в ране (табл.1) Суммарная концентрация рибонуклеиновых кислот (РНК) в первой и второй сериях оставалась неизменной, а в третьей серии, где спектр сигналов ЭМП КВЧ был расширенным, она статистически значимо увеличивалась (табл.1). Соответственно, в третьей серии был увеличен коэффициент РНК/ДНК (рис.1), и это позволяет говорить о возрастании в данном случае биосинтетической активности клеток.

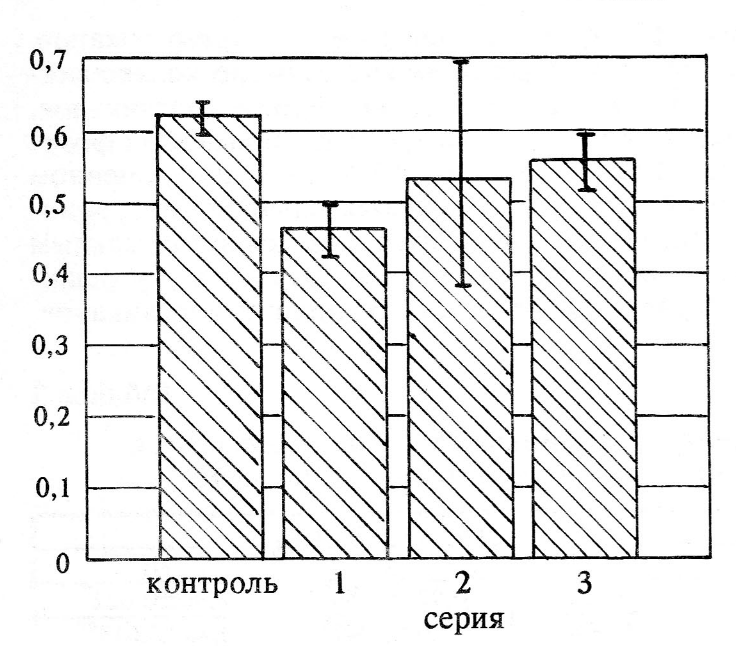


Рис.1. Влияние ЭМП КВЧ на коэффициент РНК/ДНК в ГФТ

Результаты определения гликоконъюгатов (гликопротеинов и протеогликанов), представленные в табл. 2, показывают различную направленность изменений их концентраций под влиянием испытанных ЭМП КВЧ. В первой серии эксперимента концентрация всех углеводных компонентов гликоконъюгатов была значительно снижена, причем более выраженным было снижение содержания компонентов гликопротеинов - гексоз и сиаловых кислот, а также глюкозамина. Во второй серии концентрация этих компонентов существенно не отличалась от контрольной серии, но в концентрации сиаловых кислот отмечен больший разброс данных за счет более низких цифр. Первую и вторую серии объединяет то обстоятельство, что в них использовались ЭМП КВЧ без модуляции частот, и в обеих сериях можно констатировать снижение, хотя и разной степени выраженности, воспалительной экссудации, поскольку на той стадии развития ГФТ, в которой она исследована в наших экспериментах, основная масса гликопротеинов содержится именно в воспалительном экссудате. Напротив, в третьей серии, отличавшейся использованием ЭМП КВЧ с расширенным спектром частот, концентрация углеводных компонентов гликопротеинов - гексоз и сиаловых кислот - оказалась достоверно повышенной, что позволяет говорить об определенной интенсификации воспалительных явлений.

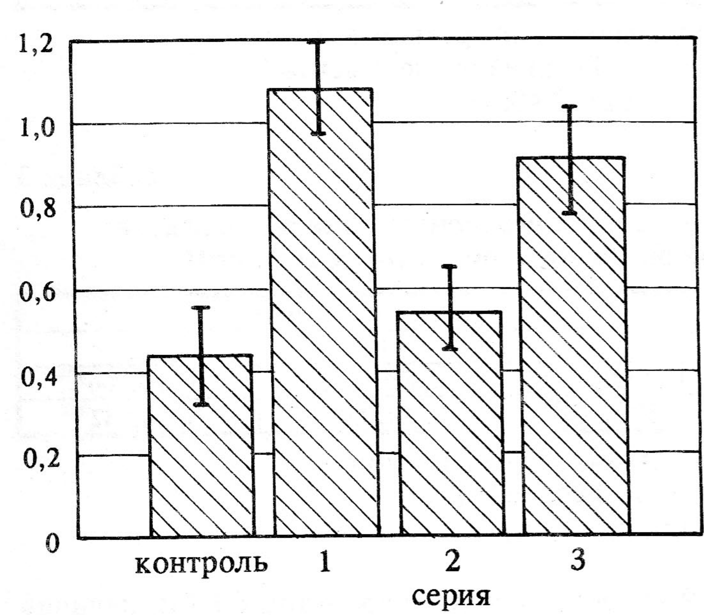


Рис.2. Влияние ЭМП КВЧ на коэффициент галактозамин/глюкозамин в ГФТ

Вместе с тем, следует отметить, что во всех трех сериях изменения концентраций гликопротеинов имеют место в сочетании с благоприятными, с точки зрения

биохимической динамики развития ГФТ, сдвигами показателей протеогликанов. Общая их концентрация, определяемая по гексуроновым кислотам, несколько снижается, но при этом, судя по фракционному распределению гликозаминогликанов, происходит нарастание суммы сульфатированных и гиперсульфатированных фракций (они обозначены в табл. 2 как фракции"1,2" и "2,1") при одновременном уменьшении фракции "0,4", состоящей практически исключительно из гиалуроновой кислоты. В первой и третьей сериях этот сдвиг подтверждается значительным увеличением коэффициента галактозамин/глюкозамин (рис. 2), поскольку галактозамин - моносахарид, характерный для сульфатированных гликозаминогликанов, а глюкозамин - для гиалуроната.

Таблица 2

Влияние ЭМП КВЧ на концентрации компонентов гликоконъюгатов в ГФТ (г/100 высушенной обезжиренной ткани; X±m), n=10

Показатели	Контроль	Серии эксперимента		
		I	II	III
Гексозамины	0,90±0,045	0,30±0,025[а]	0,97±0,050[б]	0,96±0,022[б]
Галактозамин	0,28±0,007	0,15±0,008[а]	0,30±0,042[б]	0,46±0,019[аб]
Глюкозамин	0,65±0,48	0,15±0,030[а]	0,64±0,049[б]	0,51±0,022[аб]
Гексуроновые кислоты	0,83±0,014	0,75±0,013[а]	0,68±0,023[аб]	0,76±0,013[ав]
Гексозы	1,87±0,032	1,15±0,030[а]	2,24±0,183[б]	2,53±0,107[аб]
Сиаловые кислоты	0,30±0,004	0,18±0,009[а]	0,29±0,013[б]	0,37±0,009[аб]
Фракции ГАГ, %				
"0,4"	67,54	59,73	61,20	56,10
"1,2"	22,44	23,30	25,52	28,33
"2,1"	10,02	16,97	13,28	15,57

<u>Примечание.</u> Различия статистически значимы по сравнению с:
а - контрольной группой; б - I серией эксперимента;
в - II серией эксперимента при $P < 0,05$.

Таблица 3

Влияние ЭМП КВЧ на концентрации компонентов гликоконъюгатов в ГФТ (г/100 высушенной обезжиренной ткани; X±m), n=10

Показатели	Контроль	Серии эксперимента		
		I	II	III
Гидроксипролин	1,19±0,009	1,55±0,032[а]	1,58±0,043[а]	2,47±0,066[абв]
Гидроксилизин	0,87±0,037	0,80±0,05[б]	0,99±0,022	1,35±0,032[абв]

<u>Примечание.</u> Различия статистически значимы по сравнению с:
а - контрольной группой; б - I серией эксперимента;
в - II серией эксперимента при $P < 0,05$.

Зависимость влияния ЭМП КВЧ на биохимические параметры ГФТ от наличия или отсутствия модуляции частот особенно отчетливо проявляется в изменениях коллагеновых белков (табл. 3). В первой и второй сериях эксперимента общая



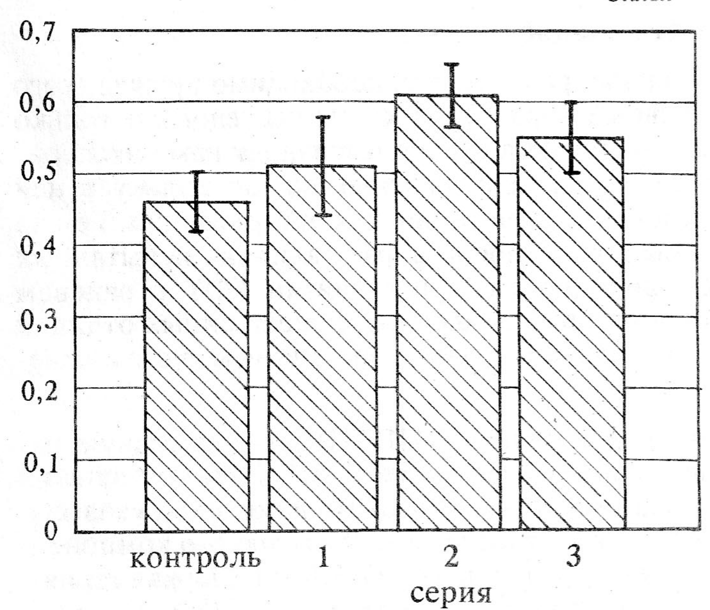


Рис.3. Влияние ЭМП КВЧ на коэффициент гидроксилизин/гидроксипролин в ГФТ

концентрация этих белков, показателем которой служит содержание специфической для коллагенов аминокислоты - гидроксипролина, понижена. Напротив, в третьей серии, где использовались ЭМП с расширенным спектром сигнала, концентрация коллагеновых белков была весьма значительно (на 29% в сравнении с контролем) повышена. В то же время, во всех трех сериях оказался повышенным коэффициент гидроксилизин/гидроксипролин (рис.3), правда, в первой серии это повышение имело характер тенденции. Гидроксилизин, как и гидроксипролин, - специфический компонент коллагенов, принимающий непосредственное участие в образовании внутри- и межмолекулярных поперечных связей между полипептидными цепями коллагеновых волокон, и, следовательно, увеличение коэффициента гидроксилизин/гидроксипролин отражает повышение степени структурной зрелости и стабильности коллагеновых фибрилл.

Возвращаясь к протеогликанам, одна из функций которых в развивающейся ГФТ состоит в регуляции фибриллогенеза коллагена, можно отметить, что соотношение гексуроновые кислоты/гидроксипролин (рис. 4) в первой серии эксперимента достоверно, хотя и не очень сильно, повышено, во второй серии - не отличается от контроля, а в третьей - заметно понижено. Можно думать, что в первой и второй сериях это соотношение находится на том уровне, который свойственен оптимальному течению фибриллогенеза коллагенов. В третьей же серии, очевидно, процесс фибриллогенеза уже завершен или приближается к завершению.

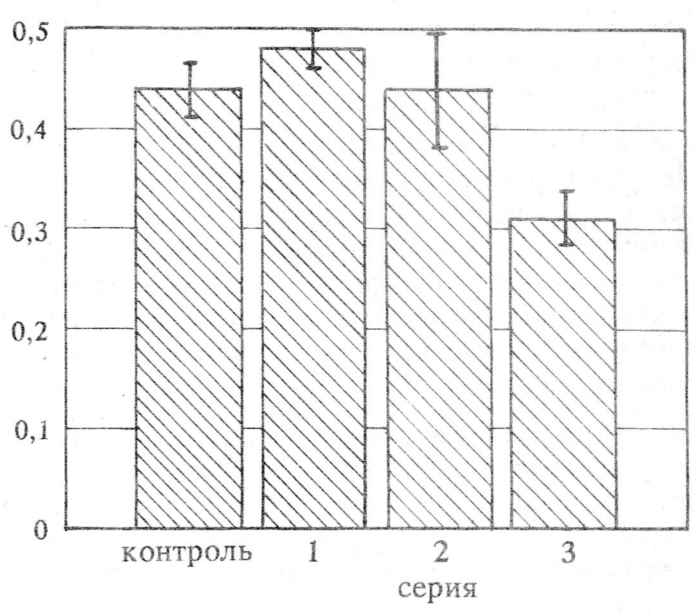


Рис.4. Влияние ЭМП КВЧ на коэффициент гексуроновые кислоты/гидроксипролин

Обсуждение

Приступая к обсуждению полученных результатов, необходимо прежде всего отметить, что они носят предварительный характер, т.к. мы исследовали только раннюю (до 7-х суток) стадию раневого процесса, а использованная нами экспериментальная модель носила несколько искусственный характер, поскольку в ней исключался такой существенный компонент регенерации, как эпителизация. Тем не менее, они достаточны для того, чтобы констатировать факт влияния испытанных ЭМП на биохимические процессы, протекающие при развитии ГФТ в раневом дефекте. Биохимические показатели, в которых найден ряд существенных отличий от контроля, оказались в данном случае более информативными, чем гистологическое исследование.

Биохимические изменения ГФТ под влиянием ЭМП КВЧ имеют разную направленность в зависимости от физических особенностей ЭМП. При применении аппарата "Явь-1" в режиме без модуляции частоты сигнала эти изменения указывают на угнетение воспалительной реакции, в частности ее экссудативного компонента. В большей степени угнетение выражено при длине волны 5,6 мм (первая серия). Такой эффект на ранней стадии репаративного процесса влечет за собой, в полном соответствии с рассмотренными во введении закономерностями пролиферативно-репаративной реакции соединительной ткани, замедление развития последующих стадий, что проявляется, в частности, в пониженной концентрации коллагеновых белков (оцениваемой по концентрации гидроксипролина) на 7-е сутки после операции. Речь, таким образом, идет о некоторой задержке фиброзирования (перехода процесса из второй в третью стадию).

Эта задержка не носит, однако, неблагоприятного характера. Пролиферация клеток, судя по концентрации ДНК, не только не уменьшалась, но даже возрастала. Не нарушалось созревание межфибриллярной субстанции внеклеточного матрикса ткани, - происходили нормальные изменения фракционного распределения гликозаминогликанов. Не нарушались также условия фибриллогенеза коллагенов, о чем свидетельствует коэффициент гликозаминогликаны (гексуроновые кислоты)/гидроксипролин, и структурная стабильность (степень поперечной связанности) коллагеновых волокон, определяемая коэффициентом гидроксилизин/гидроксипролин.

Оценивая эти изменения с клинической точки зрения, можно высказать предположение о целесообразности применения ЭМП КВЧ без модуляции частот в случаях избыточности альтеративно-экссудативных воспалительных явлений на ранней стадии репаративного процесса, в том числе в сочетании с антибактериальными средствами, при присоединении нагноительных осложнений.

Напротив, при воздействии аппаратом "Шлем-1", который генерирует ЭМП КВЧ с расширенным спектром частот (третья серия), отмечается интенсификация воспалительно-экссудативных явлений, отчетливо отражающаяся на углеводных компонентах гликопротеинов. Ее естественным следствием становится ускоренное (на 29% в сравнении с контролем) отложение коллагенов в ГФТ или, другими словами, фиброзирование в сочетании с ускоренным "созреванием" протеогликанов межфибриллярной субстанции. При этом структурная стабильность накапливающихся коллагенов отнюдь не ухудшается, на что указывает повышение коэффици-

ента гидроксилизин/гидроксипролин. Таким образом, здесь мы наблюдаем общую стимуляцию репаративного процесса и, следовательно, такого рода воздействие может быть полезным в клинике при изначально вялом, замедленном его течении, а также в случаях замедления заживления на более поздних его стадиях, когда процесс приобретает хронический характер.

Полученные нами результаты подтверждают данные цитированных выше авторов о благоприятном влиянии ЭМП КВЧ на пролиферативно-репаративные процессы. Вместе с тем, они показывают перспективность сравнительных исследований особенностей воздействия ЭМП с различными частотными характеристиками на эти процессы, так как намечается возможность дифференцированного воздействия, имеющего острорезонансный характер (М.Б.Голант, 1991 [9]) и предназначенного для направленного регулирования формирования ГФТ. Особый интерес в этом аспекте представляет стимулирующий эффект ММ-волн с расширенным спектром сигналов (аппарат "Шлем-1").

Исследованные нами биохимические компоненты, за исключением нуклеиновых кислот, являются структурными единицами внеклеточного матрикса ГФТ, но одновременно все они - продукты биосинтетической активности участвующих в развитии ГФТ клеток, из которых наиболее важная роль принадлежит фибропластам. В этой связи уместно сопоставить наши результаты с сообщением В.И.Говалло и др. (1991) [10] о непосредственном влиянии ЭМП ММ-диапазона на продукцию культивируемыми фибропластами фактора, активирующего пролиферацию клеток. Напрашивается предположение, что биохимические изменения ГФТ, выявленные в наших экспериментах, также обусловлены непосредственным воздействием ЭМП КВЧ на функцию клеток, вовлеченных в воспалительную реакцию на травматическое повреждение и последующее развитие ГФТ. Такое предположение представляется тем более обоснованным, что на ранней стадии развития ГФТ воздействие, опосредованное нейрорецепторными и сосудистыми факторами, вряд ли может иметь существенное значение.

Литература

1. Девятков Н.Д. Возможности использования ЭМИ ММ диапазона при лечении лазерных ран // Миллиметровые волны в медицине и биологии.- М.: ИРЭ АН СССР, 1989.- С. 5-9.

2. Шапошников Ю.Г., Девятков Н.Д., Каменев Ю.Ф. и др. Клиническая оценка применения миллиметрового излучения низкой интенсивности у больных с раневой инфекцией конечностей // Миллиметровые волны в медицине и биологии.- М.: ИРЭ АН СССР, 1989.- С. 16-20.

3. Каменев Ю.Ф., Саркисян А.Г., Уразгильдеев З.И. и др. Лечение осложненных гнойной инфекцией повреждений конечностей с использованием миллиметровых волн // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Ч.1.- С. 21-23.

4. Плетнев С.Д. Применение излучений крайне высоких частот (миллиметрового диапазона волн) в онкологии // Вопросы использования электромагнитных излучений малой мощности крайне высоких частот (миллиметровых волн) в медицине.- Ижевск: Удмуртия, 1991.- С. 163-180.

5. Павлюк В.М., Ковалев В.И. Влияние электромагнитных колебаний миллиметрового диапазона на динамику заживления экспериментального инфаркта миокарда у крыс // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Ч.2.- С. 393-396.

6. Слуцкий Л.И. Биохимия нормальной и патологически измененной соединительной ткани.- Л.: Медицина.- 1969.

7. Slutskii L.I., Sevastjanova N.A., Ozolanta I.L. et al. Reacogenicity of Biomaterials as Studied by Biochemical, Morphological and Ultrastructural Techniques // Cells and Materials.- 1992.- V.2.- N2.- P. 119-134.

8. Домбровска Л.Э., Слуцкий Л.И. К методике экспериментального получения фиброзной ткани для биохимического исследования // Первый съезд травматологов-ортопедов республик Прибалтики: Матер. съезда.- Рига, 1964.- С. 358-361.

9. Голант М.Б. Резонансное действие когерентных электромагнитных излучений миллиметрового диапазона волн на живые организмы // Вопросы использования электромагнитных излучений малой мощности крайне высоких частот (миллиметровых волн) в медицине.- Ижевск: Удмуртия, 1991.- С. 20-44.

10. Говалло В.И., Барер Ф.С., Волчек И.А. и др. Продукция ЭМИ-облученными лимфоцитами и фибропластами человека фактора, активирующего пролиферацию клеток // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Ч.2.- С. 340-344.

BIOCHEMICAL PARAMETERS OF DEVELOPING GRANULO-FIBROUS TISSUE AFTER THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS OF EXTREMELY HIGH FREQUENCY

I.Detlav , B.Shkirmante, L.Dombrovska, I.Paegle, L.Slutskii

Biochemical parameters of granulo-fibrous tissue developing for 7 days in incised full-thickness circular dermal wounds in rats were studied. The wounded regions of experimental animals were exposed to different electromagnetic fields (EMF) for five consecutive days after operation. The EMF of extremely high frequency (EHF) of 53.53 and 42.19 GHz (without frequency modulation) inflicted a significant lowering of components of glycoproteins macromolecules - hexosamines, hexoses and, especially, sialic acids. Taking into account that in early phase of wound healing glycoproteins are mainly constituents of inflammatory exudate these results may be interpreted as manifestation of exudative inflammatory reaction inhibition of uncomplicated wound healing. As a consequence the collagen accumulation, evaluated by hydroxyproline concentration, was retarded but the properties of collagenous structures were not deteriorated as judged from unchanged hydroxylysine/hydroxyproline coefficient. In the contrary the EHF EMF of 42.19 GHz frequency with frequency modulation band within 200 MHz induced an increase of glycoprotein concentrations, indicating an activation of the inflammatory reaction. This activation is accompanied by pronounced (by 29 per cent in comparison with control animals) elevation of collagen concentration, showing stimulation of wound scar maturation. The relation hydroxylysine/hydroxyproline was also elevated. The results obtained open a possibility of a choice of EHF EMF for wound treatment in dependence of clinical peculiarities of the healing process.

N 2 Миллиметровые волны в биологии и медицине октябрь, 1993
Краткие сообщения

ЗАВИСИМОСТЬ АНТИСТРЕССОРНОГО ДЕЙСТВИЯ ЭМИ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ У КРЫС С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПОЛОГИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ

Н.А.Темурьянц, Е.Н.Чуян, Е.Н.Туманянц, О.О.Тишкина, Н.В.Викторов

Государственный университет, г.Симферополь, Крым

Электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) широко используется в медицинской практике для лечения гастроэнтерологических (Пославский М.В. и др., 1989 [1]), сердечно-сосудистых (Головачева Т.В. и др., 1989 [2]), неврологических (Ронкин М.А., 1991 [3]), онкологических (Севастьянова Л.А., 1983 [4]; Плетнев С.Д., 1991 [5]) и многих других заболеваний.

Накопленные в настоящее время экспериментальные и клинические данные указывают на то, что важную роль в повышении эффективности КВЧ-терапии играет зона воздействия, а не только параметры ЭМИ (Голант М.Б., 1989 [6]). В частности, эффективность лечения язвенной болезни желудка оказалась в 2 раза больше при индивидуальном подборе зон воздействия, чем при облучении ЭМИ с индивидуально подобранной частотой (Теппоне М.В., 1991 [7]). Таким образом, для увеличения эффективности ММ-терапии возникает необходимость выбора локализации воздействия. Оптимизация лечебного действия ЭМИ КВЧ может быть достигнута и с учетом индивидуальной чувствительности.

В связи с вышесказанным задачей исследования явилось изучение реакции животных с различными типологическими особенностями на действие ЭМИ КВЧ различной локализации.

Ранее нами было описано антистрессорное действие этого фактора (Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н., 1991 [8]). Поэтому решение поставленных задач осуществлялось в опытах на крысах с вызванной гипокинетической (ГК) стресс-реакцией.

Материалы и методы исследования

Эксперименты выполнены на 350 белых крысах-самцах весом 180-200 грамм с низкой (НДА), средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью и низкой эмоциональностью, определенными в тесте "открытого поля" (ОП) (табл.). Известно, что различия поведения животных в "ОП" обусловлены их типологическими особенностями (Кулагин Д.А. и др., 1986 [9]). Всех животных распределяли в повторных опытах на 4 равноценные группы по 8-10 особей в каждой. Животные I группы содержались в обычных условиях вивария (контроль). II группу составляли крысы, находящиеся в условиях 9-дневной ГК, которая создавалась помещением животных в пеналы, ограничивающие их двигательную активность. Крысы III, IV и V групп также находились в условиях ГК, но дополнительно подвергались облучению различных участков кожи ЭМИ. Так, у крыс III группы облучалась затылочная область, у крыс IV, V групп - наружная поверхность левого или правого бедер соответственно. В опытах использованы генераторы "Явь-1" ЭМИ с длиной волны 5,6 мм и плотностью потока мощности не менее 10 мВт/см^2. Воздействие осуществлялось ежедневно по 30 мин в течение 9 суток.

Об антистрессорном действии ЭМИ судили по изменению неспецифической резистентности, оцениваемой по цитохимическому статусу нейтрофилов (содержание пероксидазы (ПО), липидов) и лимфоцитов [сукцинат- и α-глицерофосфатдегидрогеназ (СДГ и α-ГФДГ)] периферической крови. Обработка экспериментальных данных проводилась с помощью стандартного пакета прикладных программ для статистического анализа.

Таблица

Характеристика поведения крыс с различной двигательной активностью в "открытом поле"

Характеристики выделенных групп	Статистические показатели	Характеристика поведения		
		Горизонтальная двигательная активность	Вертикальная двигательная активность	Реакция дефекации и уринации
Низкая двигательная активность, низкая эмоциональность (1)	$X \pm s_x$	11,72±1,92	2,38±0,32	0,7±0,2
	P_2	0,001	0,001	
	P_3	0,001	0,001	
Средняя двигательная активность, низкая эмоциональность (2)	$X \pm s_x$	30,61±0,82	6,85±0,17	0,07±0,2
	P_1	0,001	0,001	
	P_3	0,001	0,001	
Высокая двигательная активность, низкая эмоциональность (3)	$X \pm s_x$	40,92±2,16	10,76±0,51	0,8±0,4
	P_1	0,001	0,001	
	P_2	0,001	0,001	

P_1 - P_3 - достоверность различий при сравнении с данными групп, обозначенных в табл. 1-3 соответственно.

Полученные результаты и обсуждение

В проведенных экспериментах обнаружена зависимость антистрессорного действия ЭМИ КВЧ от локализации воздействия. Причем зависимость эта проявлялась неодинаково у крыс с различными типологическими особенностями. Крысы с СДА и низкой эмоциональностью, согласно нашим и литературным данным (Сантана Вега, 1991 [10]), преобладают в популяции. У этих животных развивается наиболее типичная реакция на ГК: снижение цитохимического показателя (ЦПС) липидов на 24%, ПО - на 21% (рис.1) в нейтрофилах, а также уменьшение средней активности СДГ на 46% и α-ГФДГ на 36% в лимфоцитах (рис.2) на 6-9 сутки.

При воздействии ЭМИ на затылочную область животных СДА с ограниченной подвижностью обнаружена его способность препятствовать развитию гипокинетического стресса. Об этом свидетельствовало возрастание ЦПС липидов в 1-3 сутки эксперимента на 11-14% (P<001), средней активности СДГ в лимфоцитах на 9 сутки эксперимента на 45% (P<001), а α-ГФДГ - на 23-40% (P<001) по сравнению с контрольным уровнем. Аналогичный эффект вызвало и воздействие ЭМИ на наружную поверхность правого бедра. У гипокинезированных крыс, подвергавшихся дополнительному воздействию ЭМИ КВЧ на наружную поверхность левого бедра, лимитирования развития стресс-реакции не наблюдалось, а у животных этой группы зарегистрировано такое же снижение активности ферментов, как и при ГК: ЦПС

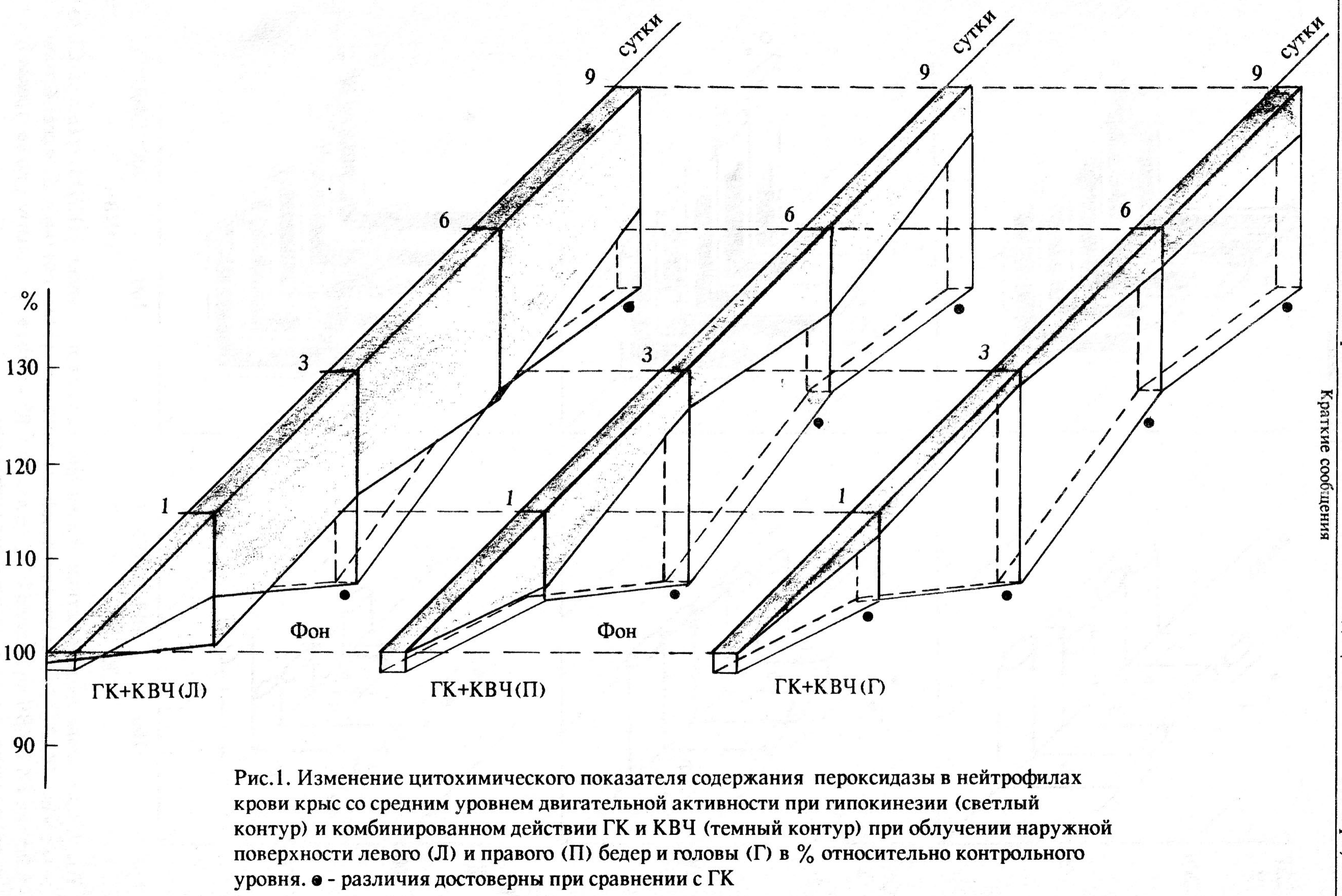


Рис.1. Изменение цитохимического показателя содержания пероксидазы в нейтрофилах крови крыс со средним уровнем двигательной активности при гипокинезии (светлый контур) и комбинированном действии ГК и КВЧ (темный контур) при облучении наружной поверхности левого (Л) и правого (П) бедер и головы (Г) в % относительно контрольного уровня. ● - различия достоверны при сравнении с ГК

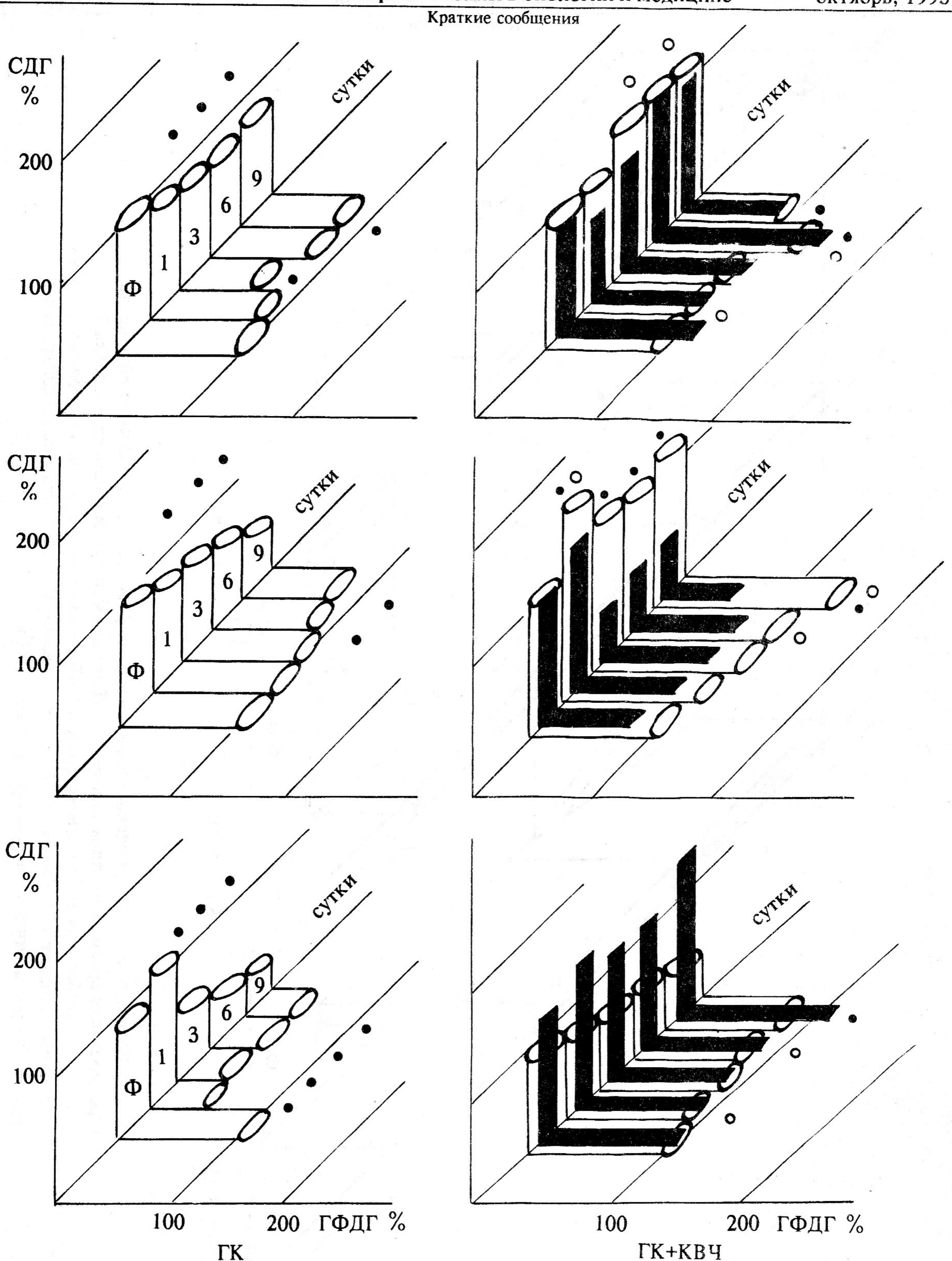


Рис.2. Изменение средней активности дегидрогеназ у крыс с низким (НДА), средним (СДА) и высоким (ВДА) уровнем двигательной активности при гипокинезии (ГК) и совместном действии ГК и КВЧ на правую (□) и левую (■) лапы в % относительно контроля. •∘ - различия достоверны при сравнении с контролем

липидов на 8% (P<01), ЦПС ПО на 13-18% (P<001, рис.1), средней активности СДГ на 45% (P<001), а α-ГФДГ на 31% (P<02, рис.3) относительно значений изученных показателей у контрольных животных.

Оценка эффективности адаптации по морфологическому составу крови (Гаркави Л.К. и др., 1977 [11]) показала, что у крыс с СДА в условиях ГК и систематического воздействия ЭМИ КВЧ на затылочную область и правое бедро развивается реакция тренировки, а при облучении левого бедра - регистрируется такая же реакция, как у животных с ограниченной подвижностью, дополнительно не подвергавшихся КВЧ-воздействию, т.е. стресс (рис.3).

У крыс с ВДА ГК вызывает наиболее выраженные изменения исследуемых показателей. Эти изменения заключаются в выраженной лимфопении, эозинофилии и нейтрофилезе, резком снижении ЦПС пероксидазы, росте липидов в нейтрофилах, угнетении дегидрогеназной активности в лимфоцитах. У этих животных положительный эффект достигался при действии КВЧ-излучения на затылочную область и левое бедро. В этих группах животных КВЧ-излучение препятствовало развитию стресс-реакции, но не способствовало повышению уровня функциональной активности клеточных элементов крови по сравнению с контрольными животными. Облучение правого бедра гипокинезированных животных не препятствовало развитию стресса, однако облегчало его протекание (рис.2).

Реакция на ограничение подвижности у крыс с НДА сопровождалась менее выраженным снижением показателей, характеризующих неспецифическую резистентность, которая регистрировалась в более поздние сроки наблюдения по сравнению с гипокинезированными животными с СДА и ВДА (рис.2). У крыс с НДА, находящихся в условиях ГК и дополнительно подвергавшихся воздействию КВЧ-излучения на затылочную область, не обнаружено снижения защитных функций крови. Более того, наблюдалось повышение исследуемых показателей по отношению к контрольным животным.

В экспериментах по облучению наружной поверхности левого и правого бедер цитохимический статус нейтрофилов и лимфоцитов существенно не отличался от зарегистрированного у контрольных животных. Следовательно, воздействие ЭМИ на бедро у крыс с НДА препятствует развитию гипокинетического стресса, но не способствует повышению неспецифической резистентности по сравнению с контрольными животными. Различий биологического эффекта КВЧ-излучения от стороны облучения (левое или правое бедро) у животных с НДА не выявлено.

Таким образом, в проведенных экспериментах выявлена зависимость антистрессорного действия ЭМИ от локализации воздействия. Зависимость биологического действия ЭМИ КВЧ от локализации воздействия обнаружили также В.А.Карлов (1991) [12], Н.Н.Лебедева (1992) [13], О.П.Сулимова (1992) [14].

Эти данные могут быть связаны с неодинаковой концентрацией элементов, чувствительных к действию ЭМИ, в различных участках кожи. Так, затылочная область является одной из основных рефлексогенных зон. Здесь обнаружено в 2-3 раза больше тучных клеток, чем в других участках кожи. Известно, что эти клетки, как и другие элементы АПУД-системы, играют важную роль в механизмах физиологического действия ЭМИ КВЧ (Хижняк Е.П., 1991 [15]). С этих позиций не

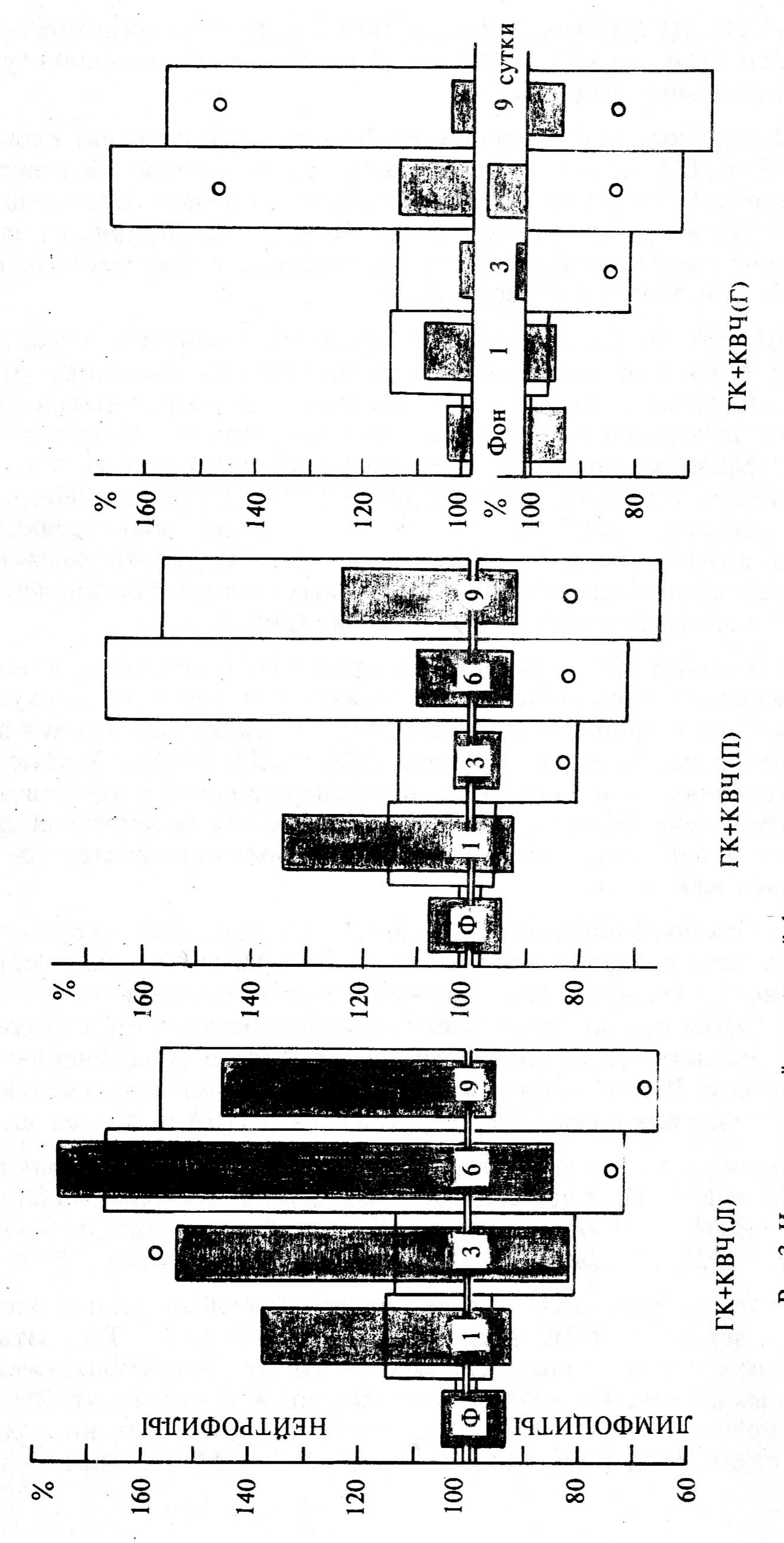


Рис.3. Изменение лейкоцитарной формулы у крыс со средним уровнем двигательной активности при гипокинезии (ГК - □) и при воздействии КВЧ на правую (П) и левую (Л) лапы и голову (Г) гипокинезированных животных (ГК +КВЧ - ■) в % относительно контрольного уровня. о - различия достоверны при сравнении с ГК

удивительно, что наиболее выраженный эффект нами обнаружен при воздействии ЭМИ именно на затылочную область.

При воздействии на затылочную область действие ЭМИ наиболее выражено у крыс с НДА. Такие животные характеризуются пассивно-оборонительной формой поведения, что, согласно Н.М.Хоничевой (1984) [16], свидетельствует о слабом тормозном типе нервной системы. Наименее выраженное антистрессорное действие зарегистрировано у животных с ВДА, характеризующихся активно-оборонительным характером поведения, что позволяет отнести их к сильному неуравновешенному типу нервной системы (Маркель А.Л., 1981 [17]; Симонов П.В., 1984 [18]).

Таким образом, различие в реакциях крыс выделенных групп на воздействие ЭМИ может быть обусловлено силой основных нервных процессов в ЦНС.

Как известно, с типологическими свойствами связаны и особенности межполушарной асимметрии (Бианки В.А., 1985 [19]), что может объяснить зависимость биологической эффективности ЭМИ от стороны воздействия. Так, у крыс с СДА, у которых доминирует левое полушарие, более выражены эффекты при воздействии на наружную поверхность правого бедра. У животных с ВДА доминирует правое полушарие, а эффективность антистрессорного действия больше выражена при облучении левого бедра. Наконец, у животных с НДА, у которых межполушарная асимметрия не выражена, различий в биологической эффективности ЭМИ при воздействии на наружную поверхность правого или левого бедер не выявлено.

Таким образом, антистрессорное действие ЭМИ миллиметрового диапазона определяется типологическими особенностями животных, которые во многом объясняют зависимость биологического действия от локализации воздействия.

Литература

1. Пославский М.В., Зданович О.Ф., Парфенов А.С. и др. Особенности влияния электромагнитных излучений ММ диапазона на реологию крови и возможность индивидуального подбора параметров лечения // Миллиметровые волны в медицине и биологии.- М.: ИРЭ АН СССР, 1989.- С. 20-25.

2. Головачева Т.В., Ушакова В.Ю., Павлюк В.М. Изменение иммунной системы при КВЧ-терапии у больных острым инфарктом миокарда // Применение КВЧ-излучения низкой интенсивности в биологии и медицине: Тез. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1989.- С. 26-29.

3. Ронкин М.А., Бецкий О.В., Максименко И.Н. и др. О некоторых возможностях КВЧ-излучения для лечения неврологических больных // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- С. 263-266.

4. Севастьянова Л.А. Биологическое действие радиоволн миллиметрового диапазона на нормальные и злокачественные новообразования // Эффекты нетеплового воздействия миллиметровых излучений на биологические объекты.- М.: ИРЭ АН СССР, 1983.- С. 48-62.

5. Плетнев С.Д. Применение излучений крайне высоких частот (миллиметровых волн) в онкологии // Вопросы использования электромагнитных излучений

малой мощности крайне высоких частот (миллиметровых волн) в медицине.- Ижевск: Удмуртия, 1991.- С. 163-181.

6. Голант М.Б. О проблемах резонансного действия когерентных электромагнитных излучений миллиметрового диапазона волн на живые организмы // Биофизика.- 1989.- T.XXXIV.- Вып.2.- С. 339-348.

7. Теппоне М.В., Веткин А.Н., Пильх М.Д. и др. Многозональная КВЧ-терапия полипов желудка // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- С. 173-175.

8. Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н. Антистрессовое действие миллиметровых волн // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- С. 369-372.

9. Кулагин Д.А., Блондинский В.К. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Усп. физиол. наук.- 1986.- N1.- С. 92-110.

10. Сантана-Вега Леонель. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф. дис. ... канд.биол.наук.- Симферополь, 1991.- 24 с.

11. Гаркави Л.К., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма.- Ростов-на-Дону: Ростовский ун-т.- 1977.- 120 с.

12. Карлов В.А., Родштат И.В., Калашников Ю.Д. и др. Лечение нарушений мозгового кровообращения с помощью ММ волн // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- С. 196-200.

13. Лебедева Н.Н. Реакции центральной нервной системы человека на электромагнитные поля с различными биотропными параметрами: Автореф. дис. ... докт. биол.наук.- М., 1992.- 48 с.

14. Сулимова О.П. Электро- и психофизические реакции человека на периферическое воздействие низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высоких частот: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.- Симферополь, 1992.- 15 с.

15. Хижняк Е.П., Бецкий О.В., Воронков В.Н. и др. О роли пространственного распределения поглощенных ЭМИ в формировании биоэффектов при КВЧ-облучении // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- С. 630-634.

16. Хоничева Н.М., Дмитриева И.А., Хрущинская А.А. Индивидуальные особенности поведения крыс: проявления тревожности // ЖВНД.- 1984.- Т.34.- N3.- С.537-545.

17. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте "открытого поля" // ЖВНД.- 1981.- Т.31.-N2.- С. 301-307.

18. Симонов П.В. Модификация типологии Айзенка для крыс // ЖВНД.- 1984.- Т.5.- С.953-957.

19. Бианки В.А. Асимметрия мозга животных.- Л.: Наука.- 1985.- 294 с.

N 2 Миллиметровые волны в биологии и медицине октябрь, 1993
Краткие сообщения

DEPENDENCE OF ANTISTRESS EFFECT OF MILLIMETER WAVES OF NON-THERMAL INTENSITY ON THE LOCALIZATION OF THE INFLUENCE IN RATS WITH VARIOUS TYPOLOGICAL FEATURES

N.A.Temuryants, E.N.Chuyan, E.N.Tumanyants, O.O.Tishkina, N.V.Viktorov

The dependence of antistress effect of electromagnetic fields (EMF) of extremely high frequency (EHF) on the localization of the influence was studied. In rats with the middle mobile activity in "open field" test the mostly pronounced antistress effect of EMF EHF influence on occipital region as well as on the right thigh lateral surface was observed. In rats with low mobile activity under the EMF EHF influence on occipital region as well as on the lateral surface of the right and of the left thighs the antistress effect has been revealed. In rats with the high mobile activity in "open field" test the antistress effect was found under the EHF influence on the occipital region and on the left thigh lateral surface.

ИЗУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩЕГО ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРОВОЛН НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ПРИ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ

А.Г.Резунков, О.П.Резункова

ЦНИРРИ МЗ России, г.Санкт-Петербург

Материалы и методика

В работе использовали 500 белых беспородных мышей-самцов весом 18-20 г. КВЧ-облучение мышей проводили в цилиндрической камере, дно камеры стеклянное, стенки и крышка металлические с отверстиями для доступа воздуха. В камеру помещали по три или по одной мыши и на один час включали КВЧ-поле. Через два часа после этого проводили рентгеновское облучение животных на аппарате РУМ-17 (напряжение - 200 кВ, сила тока - 15 мА, фильтры: Cu - 0,5 мм, Al - 1,0 мм, мощность дозы - 1 Гр/мин).

Результаты и обсуждение

В литературе вопрос о влиянии КВЧ-излучения на выживаемость облученных животных был рассмотрен во многих работах. Однако соответствующие опыты ставили при отдельных радиационных дозах, что не давало достаточно корректного и полного диапазона наблюдаемых эффектов. Не учитывалось, что зависимость продолжительности жизни облученных животных от величины дозы радиации ступенчатая и что работа с отдельными радиационными дозами может поэтому привести к существенным ошибкам: при дозах, находящихся в области плато, модифицирующий эффект КВЧ-излучения может быть либо вообще не зарегистрирован, либо существенно занижен. Кроме того, не учитывалась специфическая клиника лучевой болезни, обусловленная, как известно, разными патогенетическими механизмами, "работающими" в разных диапазонах доз.

При относительно малых летальных дозах животные (человек) погибают от поражения костного мозга, а при более высоких - от поражения желудочно-кишечной системы (костно-мозговой и желудочно-кишечный синдормы), что выражается в различной клинике заболеваний. Для обоих синдромов, как известно, имеются характерные сроки гибели: для мышей с поражением костного мозга гибель наступает на 7-30 день, а с поражением желудочно-кишечного тракта - на 3-5 день.

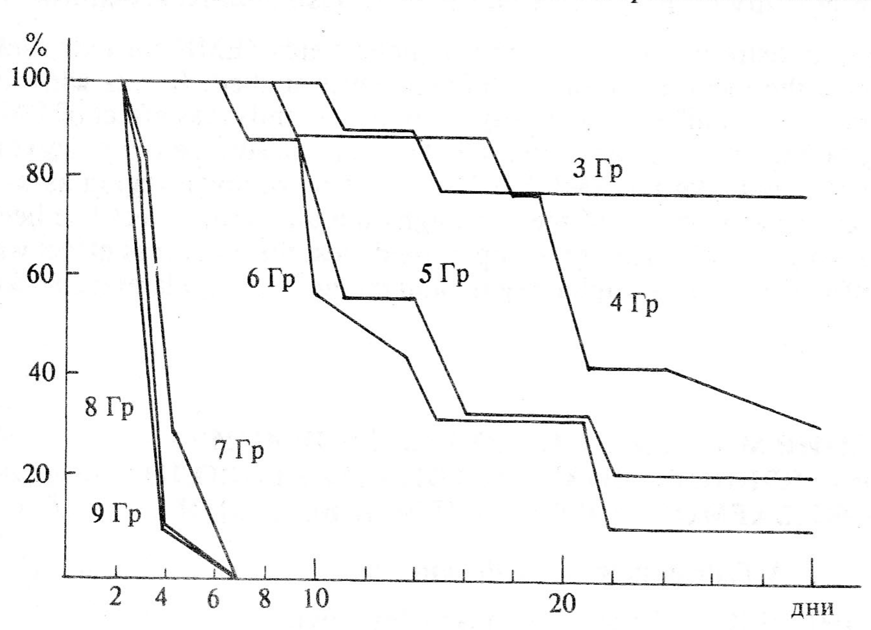


Рис.1. Кривые выживаемости животных при различных дозах облучения

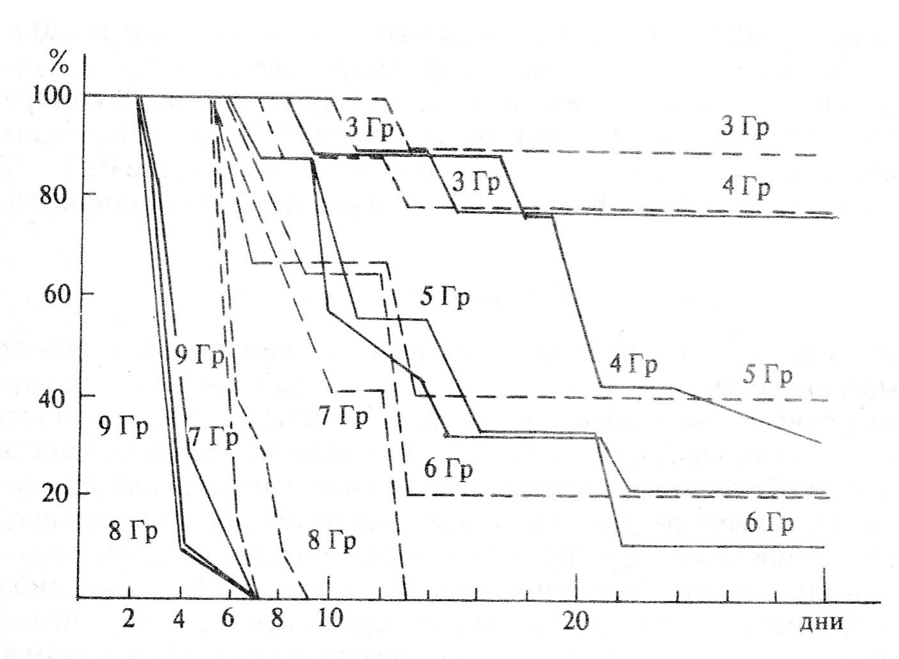


Рис.2. Кривые выживаемости животных при различных дозах облучения (——) и с применением КВЧ (----)

Основываясь на вышеизложенном в данной работе, применили широкий диапазон нарастающих доз (3,4,5,6,7,8, 9 Гр). При этом животных наблюдали 30 и более суток. Данные по выживаемости мышей, облученных разными дозами, представлены на рис.1 (каждая кривая - результат наблюдения за 9 животными). Видно, что при дозах 3-6 Гр в наших условиях регистрируется гибель после 7 суток, т.е. в основном от костно-мозгового синдрома, а при дозах 7-9 Гр - до этого срока, т.е. от желудочно-кишечного синдрома. При этом минимальные дозы излучения, вызывающие выраженную гибель от костно-мозгового синдрома, - 4-5 Гр, а от желудочно-кишечного - 7-8 Гр. Именно при этих дозах и следовало ожидать максимального

защитного влияния КВЧ-излучения, описанного в литературе, поскольку искусственное снижение этих доз должно приводить к качественно иному состоянию.

На рис.2 приведены результаты, полученные с применением КВЧ-облучения. Наблюдается ослабление лучевого повреждения, особенно сильно это выражается при дозах 4-5 и 7-8 Гр.

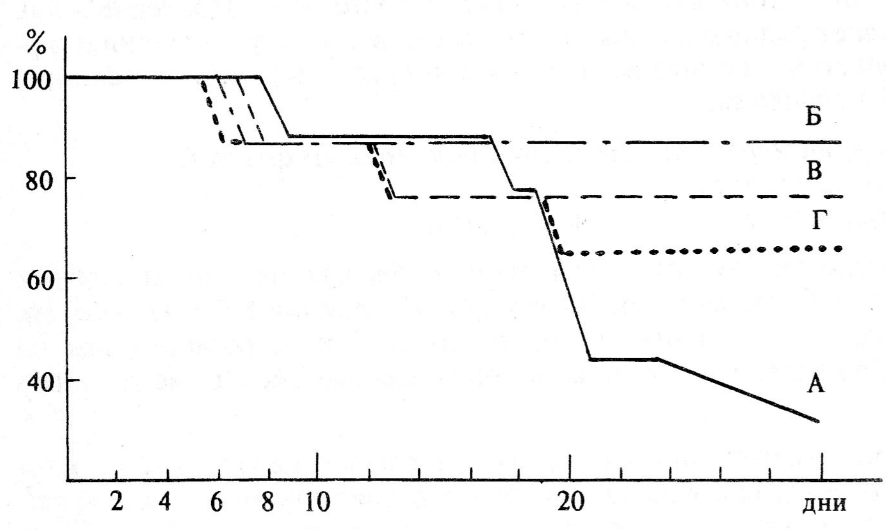


Рис.3. Кривые выживаемости животных при облучении в дозе 4 Гр: А - облучение без дополнительного воздействия; Б и В - с применением КВЧ (Б - одно животное в контейнере, В - три животных); Г - аналогичные условия эксперимента (животные в контейнерах) без применения КВЧ

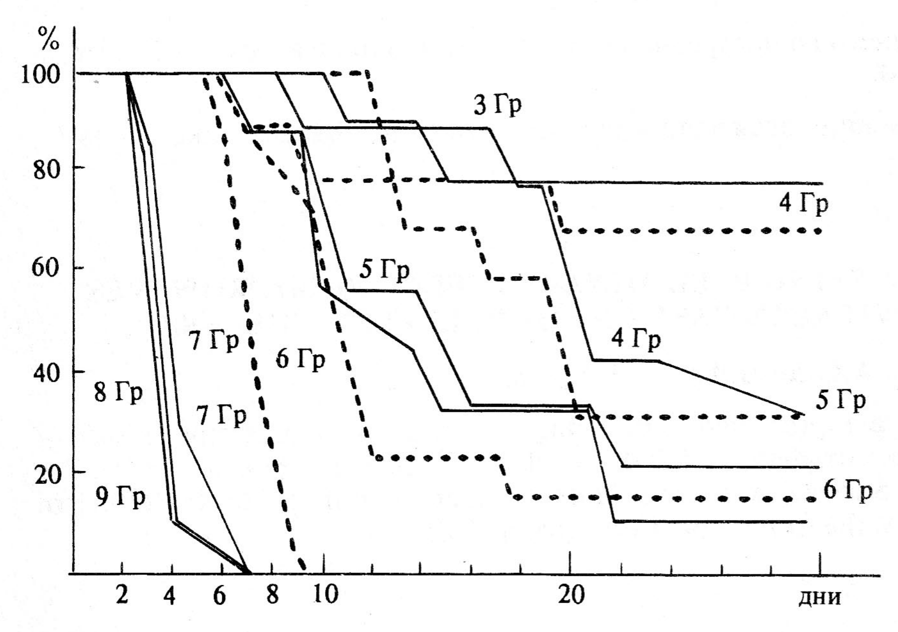


Рис.4. Кривые выживаемости животных при различных дозах облучения (—) и при помещении животных в контейнеры без применения КВЧ (.....)

Остановимся на результатах, полученных при дозе 4 Гр. Заметим, что защитное действие волн КВЧ здесь более выражено. Это подтверждается специальными экспериментами, в которых для уменьшения стрессорного воздействия от самих условий опыта в контейнер помещали не по три мыши, как в предыдущих наблюдениях, а по одной. Из рис.3 видно, что в этих экспериментальных условиях выживаемость животных максимальна.

Мы привели данные о выживаемости животных, подвергнутых воздействию КВЧ-излучения до облучения рентгеновскими лучами в разных дозах. Рассмотрим результаты контрольных наблюдений, в которых мыши находились в тех же условиях, что и при воздействии КВЧ-волн, только при выключенном

приборе. Из рис.4 видно, что и в этом случае при наименьших дозах, вызывающих костно-мозговое и желудочно-кишечное поражение, имеется положительное влияние на облученных животных.

Положительное влияние самих условий экспериментов, обнаруженное нами при костно-мозговом и желудочно-кишечном синдромах, связано со стрессорными реакциями, приводящими к стойкому гипоксическому состоянию. Последнее, как известно [1, 2], оказывает радиозащитный эффект, сводимый к уменьшению эффективной дозы. Полученные данные важны для понимания механизма радиозащитного эффекта КВЧ-излучения.

Возможны, по крайней мере, два объяснения полученным фактам:
1) имеется аддитивность эффектов;
2) действие КВЧ перекрывает влияние условий опыта.

В первом случае следует думать о качественно разных механизмах обоих воздействий, во втором - о более сильном "стрессорном" влиянии КВЧ-излучения, перекрывающем "стрессорное" влияние условий опыта. Чтобы остановиться на одном из этих предположений, необходимы дополнительные экспериментальные данные.

Из приведенных опытов вытекает необходимость дальнейшего детального исследования влияния КВЧ-излучения на других сроках радиационного влияния, как до, так и после него. При этом целесообразно изучать радиомодифицирующее влияние более коротких экспозиций КВЧ-излучения, чем применялись в нашей работе с тем, чтобы найти наиболее выгодные условия для ослабления последствий лучевого повреждения.

Литература

1. Бычковская И.Б. Динамика пострадиационной гибели биологических объектов.- М.: Атомиздат.- 1970.

2. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных.- М.: Высшая школа.- 1977.

STUDY OF A MODIFYING PRELIMINARY EFFECT OF MICROWAVES ON THE SURVIVAL IN CASE OF THE RADIATION DISEASE

A.G.Resunkov and O.P.Resunkova

Experimental data are presented concerning the study of a protective effect of mm-wave following X-rays irradiation of 500 animals - not pedigree white male mice. For estimation the Index of Survival was used. Most pronounced radioprotective effect of mm-waves was obtained at the irradiation dose equal to 4 Gr.

N 2 Миллиметровые волны в биологии и медицине октябрь, 1993
Краткие сообщения

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КВЧ-ДИАПАЗОНА НА БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ БАКТЕРИЙ

Л.Ю.Бержанская, О.Ю.Белоплотова, В.Н.Бержанский

Симферопольский госуниверситет, г.Симферополь, Крым

Биологическое действие слабого электромагнитного излучения (ЭМИ) миллиметрового диапазона частот (ММ-волны), как предполагается [1], связано с корректировкой информативных процессов в живых системах. Реализация такого энергетически слабого взаимодействия может осуществляться посредством воздействия ЭМИ на активность мембранных структур, регулирующих процессы метаболизма в клетках. Экспериментальная проверка этой гипотезы связана с определенными трудностями, и для ее анализа необходим выбор наиболее простых биологических объектов. Нам представляется, что наиболее эффективным объектом для таких исследований являются морские биолюминесценты, в том числе и простейшие из них - светящиеся бактерии. Уникальность морских светящихся бактерий связана с тем, что информация о воздействии ММ-волн на жизнедеятельность клетки может быть получена бесконтактным способом по световому отклику биолюминесцентной системы.

Биолюминесцентная реакция, конечным продуктом которой является излучение света мембранно-связанным эмиттером, в настоящее время хорошо изучена [2]. Известны также временные характеристики сигнала отдельных бактериальных клеток, которые наряду с интегральной интенсивностью биолюминесценции, могут давать дополнительную информацию о внутриклеточных процессах при различных метаболических нагрузках [3-5]. Роль белка люциферазы в образовании электронно-возбужденных состояний излучающего комплекса, его электронная структура и локализация в клетке дискутируются [6]. Можно предположить, что при действии ММ-волн на клетки будет осуществляться переключение энергетических уровней эмиттера и, возможно, возникать специфический ответ биолюминесцентной системы бактерий.

Целью данной работы является исследование взаимодействия электромагнитного излучения нетепловой интенсивности ММ-диапазона со светящимися бактериальными клетками рода PHOTOBACTERIUM в зависимости от их физиологического состояния и параметров внешнего ЭМИ.

Экспериментальные результаты

Для исследования был выбран наиболее яркий штамм светящихся морских бактерий Ph. leiognathi. Бактерии выращивались на твердой питательной среде при $T \sim 25^{o}C$ в течение суток и брались для эксперимента в фазе максимальной интенсивности свечения, а также в начальной (экспоненциальной) и поздней (стационарной) фазах роста культуры. Непосредственно перед опытом бактерии помещались в светозащитную камеру, соединенную с волноводной ячейкой, а изменение сигнала клеток регистрировалось люминомером, сопряженным с волноводом. Одновременно с подачей в камеру ММ-излучения заданной частоты и мощности осуществлялась запись свечения клеток. В экспериментах использовались ЭМИ в диапазоне частот

36,2 - 55,9 ГГц и плотностью потока падающей мощности (ППМ) от 48,0 до 1,3 мкВт/см^2. Температура подложки контролировалась термопарой.

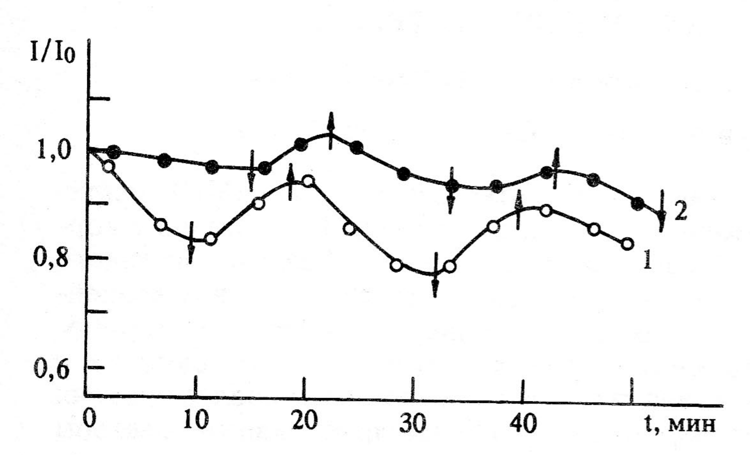


Рис.1. Изменение интенсивности биолюминесценции бактерий Ph. leiognathi при облучении их ЭМИ КВЧ нетепловой интенсивности разных частот. F_1= 36,2 ГГц, F_2=55,9 ГГц, ППМ=48 мкВт/см^2. Стрелками показано включение и выключение ЭМИ КВЧ

Анализ влияния ЭМИ на биолюминесценцию бактерий в зависимости от длительности облучения показал, что оптимальная экспозиция, при которой наблюдается максимальное изменение уровня свечения клеток, после чего интенсивность люминесценции стабилизируется на новом уровне, составляет ~10 минут. Этот временной интервал спада люминесценции был принят за контрольное время действия ЭМИ.

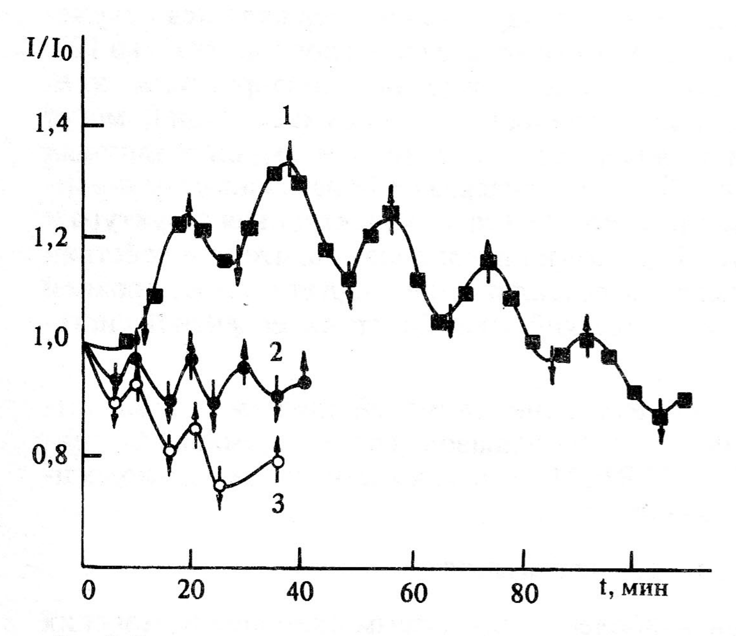


Рис.2. Зависимость интенсивности биолюминесценции бактерий Ph. leiognathi при облучении ЭМИ с F= 36,2 ГГц от возраста культуры. 1 - 16 ч, 2 - 18 ч, 3 - 20 ч роста, ППМ=48 мкВт/см^2. Стрелками показано включение и выключение ЭМИ КВЧ

На рис.1 показана динамика бактериального свечения при облучении на двух частотах 36,2 и 56,9 ГГц при ППМ 48 мкВт/см^2. Оба излучения вызывают гашение биолюминесценции, причем эффективность более низкочастотного, близкого к расчетному ЭМИ f=36,2 ГГц (см. раздел "Обсуждение результатов"), почти в 2 раза выше ЭМИ f=56,9 ГГц. Выключение ЭМИ приводит к восстановлению биолюминесценции до физиологического уровня. Тушение люминесценции, как и ее восстановление при выключении ЭМИ ММ-диапазона, могут быть аппроксимированы экспонентой с временем релаксации, характерным для биолюминесцентной системы бактерий $t_{эми}$~60 минут.

Реакция бактериальных клеток на облучение, как показали опыты, зависит от физиологического состояния культуры. Наибольший эффект гашения люминесценции под действием облучения ЭМИ f=56,2 ГГц наблюдается на клетках в поздней стационарной фазе роста, когда

интенсивность свечения после облучения уменьшалась по сравнению с контролем на 25-30%. Молодые клетки, как правило, проявляли тенденцию к восстановлению первоначального уровня биолюминесценции после прекращения воздействия поля (рис.2).

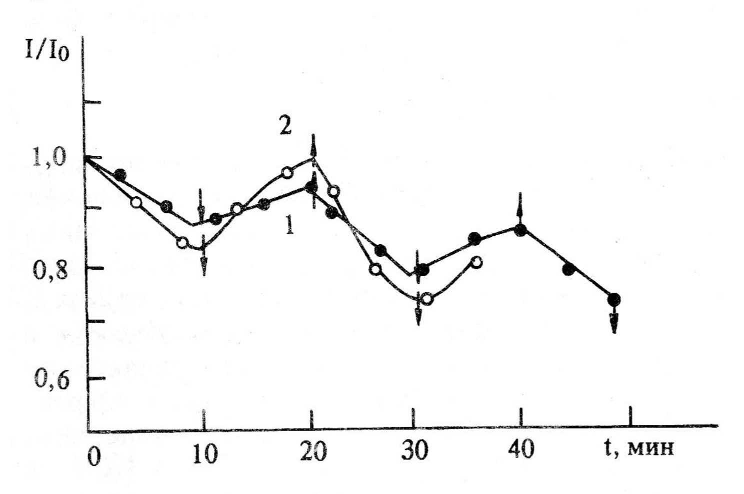


Рис.3. Независимость интенсивности биолюминесценции бактерий Ph. leiognathi от мощности КВЧ ЭМИ. 1 - ППМ=13 мкВт/см^2, 2 - ППМ=1,3 мкВт/см^2; F= 36,2 ГГц . Стрелками показано включение и выключение ЭМИ КВЧ

Для анализа типа (энергетический или информационный) воздействия ЭМИ КВЧ (f=36,2 ГГц) на бактерии в опытах использовались режимы облучения клеток одного возраста при разных значениях ППМ. При этом дополнительно проводилось измерение температуры агаровой подложки (толщина ~1 мм), на которой помещался образец, до и после ММ-облучения. В течение всех экспериментов нагрев подложки не превышал ~0,1°С. На рис. 3 показано, что при изменении величины ППМ на порядок (от 1,3 до 13 мкВт/см^2) существенных изменений интенсивности свечения клеток не происходит, что свидетельствует об отсутствии как тепловых, так и энергетических воздействий на метаболизм и биолюминесценцию бактерий.

Таким образом, под действием ММ-волн в биолюминесцентном сигнале клетки происходит существенное изменение параметров свечения, что, возможно, свидетельствует о поглощении ЭМИ клетками. В связи с этим представляет интерес исследование возможности синхронизирующего воздействия амплитудно-модулированного

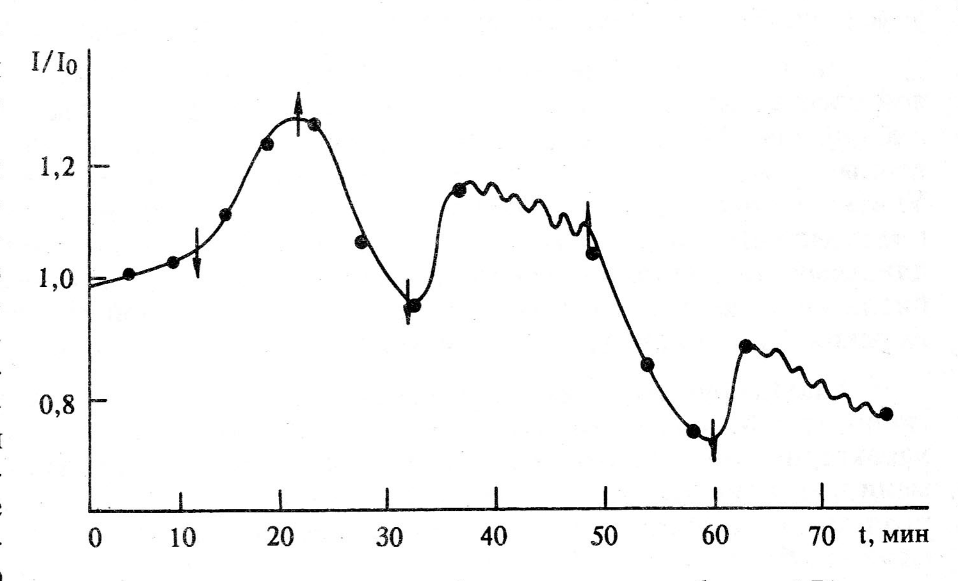


Рис.4. Нестационарный характер биолюминесценции бактерий Ph. leiognathi при воздействии амплитудно-модулированным КВЧ ЭМИ. F= 36,2 ГГц, ППМ=48 мкВт/см^2, длительность импульса 1 с, интервал 1 с. Стрелками показано включение и выключение ЭМИ КВЧ

ММ-излучения с частотами, близкими к собственным осцилляциям клеток (~1 Гц [1]). Облучение проводилось КВЧ-импульсами с частотой следования 1 Гц и длительностью 0,5 и 1,0 с. В обоих случаях после повторного облучения клеток и затем прекращения воздействия восстановление исходного физиологического уровня светового сигнала сопровождалось нестационарным режимом биолюминесценции, близким к временной организации сигнала отдельных бактерий (рис.4).

Обсуждение результатов

Морские бактерии Ph. leiognathi являются грамотрицательными палочковидными микроорганизмами размером ~1,0-2,0 мкм. Электродинамический расчет, проведенный для анализа влияния на клетки ЭМИ с учетом проводимости таких структур клетки как цитоплазма, цитоплазматическая мембрана, внешняя мембрана, показывает, что клеточные мембраны не вносят заметного вклада в поляризуемость клетки, которая определяется в основном цитоплазматическим объемом и имеет максимум на частоте ~35 ГГц. При этом предполагается, что время релаксации основной части молекул близко к времени релаксации воды. Действительно, эффективность гашения люминесценции клетки на частоте 36,2 ГГц оказалась выше, чем, например, на частоте 55,9 ГГц. Однако ситуация при воздействии ЭМИ КВЧ на биолюминесценцию бактерий может носить, по-видимому, и более сложный характер.

Известно, что биолюминесцентный сигнал бактериальной клетки имеет двухчастотный характер [3]. Элементарным актом свечения клетки является световой импульс с константой спада k_d=1,8 c^{-1}. Бактерии излучают свет импульсными пакетами, частота следования которых F=0,04-0,01 Гц, а частота импульсов в пакете f=1-1,25 Гц [3]. При регистрации сигнала от большого числа бактерий (колонии или жидкая культура) временные характеристики светового сигнала отдельных клеток усредняются и наблюдается непрерывное во времени свечение популяции.

Люминесцентная реакция бактерий осуществляет катализируемое люциферазой восстановление флавинмононуклеотида и жирного альдегида молекулярным кислородом. В реакции образуется долгоживущий фермент - субстратный и возбужденный комплекс, распад последнего сопровождается излучением света с λ~485 нм. Учитывая структурную организацию биолюминесцентной системы в клетке, можно предположить, что двухчастотный характер сигнала клетки может определяться как длительностью каталитического цикла люциферазы, так и темновыми стадиями биолюминесцентной системы в целом. А запуск световой вспышки, как и у других морских биолюминесцентов, происходит в результате деполяризации мембраны.

Анализируя экспериментальные данные по влиянию ЭМИ нетепловой интенсивности ММ-диапазона на биолюминесценцию бактерий, можно заметить, что характерные времена биолюминесцентной системы клетки значительно короче времени адаптации бактерий к воздействию ЭМИ (~(3-4) 10^{-3}c). Можно предположить, что тушение люминесценции в первую очередь связано со структурными перестройками мембраны клетки. Перестройка липидных фракций может приводить к изменению уровня альдегидного фактора биолюминесцентной системы бактерий, сопряженной с мембраной, и вызывать снижение интенсивности свечения клеток. С другой стороны, если действие ЭМИ активизирует потребление кислорода клетками, то это также приведет к снижению уровня люминесценции во время экспози-

ции с восстановлением интенсивности свечения после прекращения облучения. Можно было бы предположить также непосредственное воздействие ЭМИ на эмиттер за счет спин-орбитального взаимодействия, которое увеличивает вероятность безызлучательного перехода. Но большие времена релаксации светоизлучающей системы, полученные в эксперименте, не подтверждают этого. Подобные временные характеристики скорее всего могут быть связаны со структурными перестройками на мембране вблизи эмиттерного центра. Синхронизирующий эффект КВЧ-запуска клеточных осцилляторов, обнаруженный нами, позволяет предположить способность живой системы преобразовывать информацию ЭМИ.

Выводы

1. Электромагнитное излучение ММ-диапазона приводит к изменению интенсивности биолюминесценции бактерий. Эффект зависит от физиологического состояния клетки, от частоты ЭМИ и в исследованном диапазоне мощности не зависит от ПППМ.

2. Максимальное воздействие на уровень свечения клеток наблюдается на частоте, близкой к расчетной f~36,2 ГГц, а модуляция КВЧ ЭМИ частотой, близкой к собственным осцилляциям клетки, приводит к синхронизации клеточных эмиттеров и нестационарной зависимости светового сигнала от времени.

3. Медленное время релаксации системы на воздействие ЭМИ свидетельствует о возможных структурных мембранных перестройках вблизи эмиттерного комплекса клетки.

Авторы благодарят за помощь и содействие Бецкого О.В., Пономаренко В.И., Лагунова И.М. и Журавлева С.И.

Литература

1. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессе жизнедеятельности.- М.: Радио и связь.- 1991.- 168 с.

2. Hastings I.W., Potricus C.Y. et al. Biochemistry and Physiology of Bioluminescent Bacteria // Adv. in Microbial Physiology.- London, 1985.- V.26.- P.236-291.

3. Бержанская Л.Ю. Временная организация бактериальной биолюминесценции: Автореф. канд. дис....- Минск, 1978.- 23 с.

4. Барцев С.И., Гительзон И.И. Динамика свечения отдельной бактериальной клетки: Препринт N33Б.- Красноярск, 1984.- 21 с.

5. Барцев С.И., Гительзон И.И. К вопросу о временной организации бактериальной биолюминесценции // Studia Biophysica.- 1985.- V.105.- N3.- P. 149-156.

6. Кудряшева Н.С., Белобров П.И., Кратасюк В.А. Физические закономерности тушения биолюминесценции бактериальной люциферазы: Препринт N70Б.- Красноярск, 1987.- 42 с.

N 2 Миллиметровые волны в биологии и медицине октябрь, 1993
Краткие сообщения

ELECTROMAGNETIC EHF-RADIATION EFFECT ON BIOLUMINESCENCE OF BACTERIA

L.Yu.Berzhanskaia, O.Yu.Beloplotova, V.N.Berzhanskii

A strain of luminescent sea bacteria Ph. leiognathi was taken as an object for investigation at 36.2-55.9 GHz frequency band, 48-1.3 mW/cm^2 power density.

It has been shown that max change (extinction) of luminescence has the time maximum (~10 min). The greatest effect has been achieved with the cells in the latest stationary phase of growth (luminescence extinction was 20-30%), when the EHF power was an order of magnitude changed the quantitative estimate of the effect did not change virtually. The probable mechanism of the effect is discussed.

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

Л.Ю.Бержанская, О.Ю.Белоплотова, В.Н.Бержанский

Симферопольский госуниверситет, г.Симферополь, Крым

Поиск экологически чистых стимуляторов ускоренного роста и раннего созревания высших растений является актуальной проблемой для сельского хозяйства. К таким стимуляторам можно отнести слабые электромагнитные поля. Стимулирующее влияние ММ-излучения нетепловой интенсивности и когерентного излучения оптического диапазона на мембранный транспорт и ферментативную активность растительных клеток показано в ряде работ [1, 2]. Микроволновая обработка семян овощных культур повышает их всхожесть и ускоряет рост.

Нами проанализировано воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) на энергию прорастания и вегетативное развитие бобовых, злаковых и эфироносов. ММ-облучение проводили в диапазоне частот от 30 до 60 ГГц при плотности потока мощности (ППМ) от $4 \cdot 10^{-3}$ Вт/см^2 и ниже. Для облучения в оптическом диапазоне использовался He-Ne-лазер. Семена помещали в ячейку, ориентируя их определенным образом относительно вектора распространения поля. Частота сигнала и оптимальное время экспозиции для каждой культуры подбирались экспериментально. Энергию прорастания семян и интенсивность вегетативного развития определяли стандартным образом. Облучение проводили на сухих и предварительно замоченных в течение суток семенах. Перед облучением семена тщательно просушивались.

КВЧ-воздействие на бобовые (фасоль, горох) показало значительное увеличение всхожести предварительно увлажненных семян и ускорение их роста на 250-300% по сравнению с контрольными, необлученными семенами. Цветение фасоли и образование стручков наступало на несколько недель раньше (рис.1). У злаковых культур (пшеницы) наибольший эффект влияния КВЧ наблюдался при облучении сухих семян, при этом скорость роста облученных семян превышала контроль на 140-145% (рис.2а).

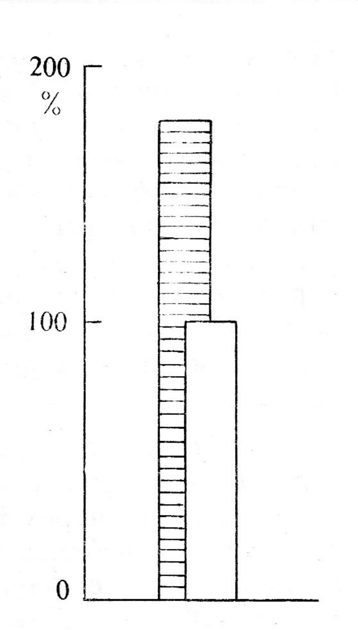


Рис.1. Влияние ЭМИ КВЧ на вегетативное развитие фасоли: [штриховка] - предварительно замоченные семена, обработанные ЭМИ КВЧ-облучением, [ ] - контроль. По оси ординат отложена высота растений относительно контроля, принятого за 100%

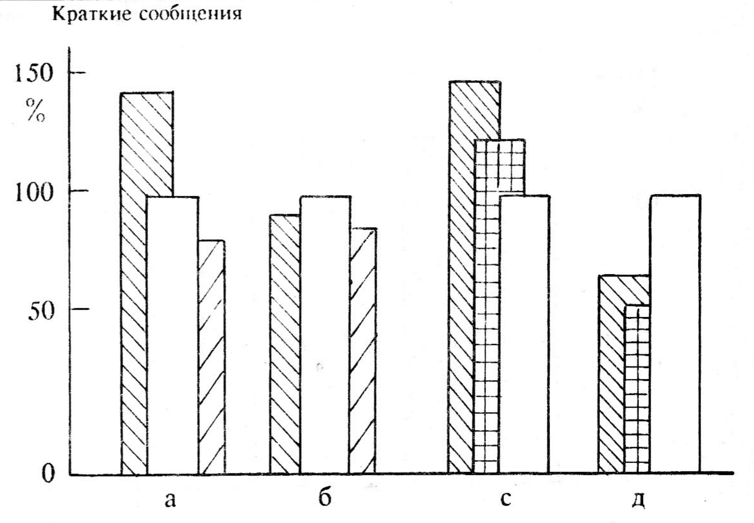


Рис.2. Влияние ЭМИ КВЧ на вегетативное развитие пшеницы: [штриховка] - сухие семена, [штриховка] - предварительно замоченные семена, облученные ЭМИ КВЧ; [ ] - общий контроль сухих и замоченных семян; [штриховка] - ближний контроль, посаженный на общую подложку с облученными растениями

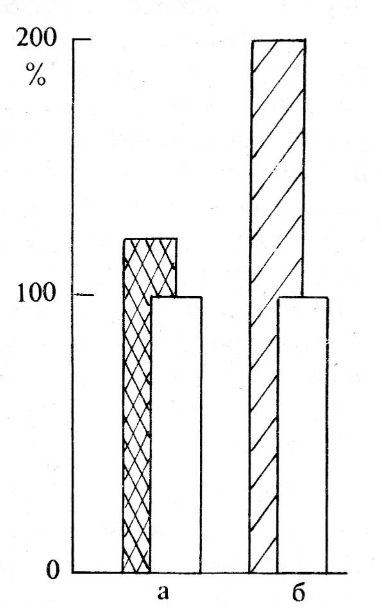


Рис.3. Влияние ЭМИ КВЧ-диапазона и лазерного облучения на рост и развитие кукурузы: [штриховка] - сухие семена, обработанные КВЧ-облучением; [ ] - контроль; [штриховка] - сухие семена, обработанные He-Ne-лазером; [ ] - контроль

Облучение сухой кукурузы при тех же параметрах ЭМИ давало превышение энергии прорастания семян и скорости вегетативного развития на 130-140% (рис.3а) по сравнению с контролем. Облучение семян гелий-неоновым лазером в этом случае оказалось более успешным, так как все показатели по всхожести и росту превышали контроль более чем на 200% (рис.3б). Эффективность лазерного облучения наблюдалась и при стимуляции эфиромасличных культур (котовник). При оптимальной экспозиции облучения значительно повышалась всхожесть семян, улучшался рост и развитие растений.

В ряде экспериментов с КВЧ-облученными зерновыми культурами нами обнаружена определенная закономерность в развитии растений. Если выбирался стимулирующий режим облучения, то контрольные партии растений, посаженные рядом с облученными на общей корневой подложке, через определенное время догоняли в развитии своих соседей. В то же время контроли, расположенные значительно дальше от облученных растений либо высаженные отдельно, существенно отставали в росте и созревании. При ингиби-

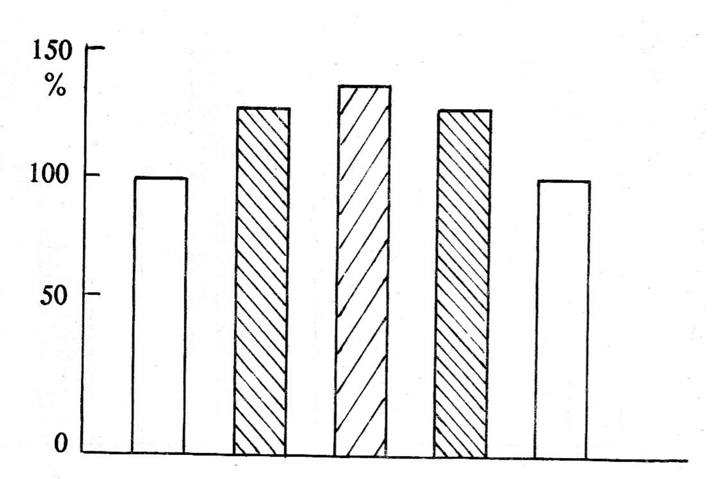


Рис.4. Зависимость эффекта стимуляции роста контрольных растений от их расположения относительно облученных партий пшеницы: ▨ - облученные ЭМИ КВЧ семена пшеницы; ▧ - ближний контроль; □ - дальний контроль

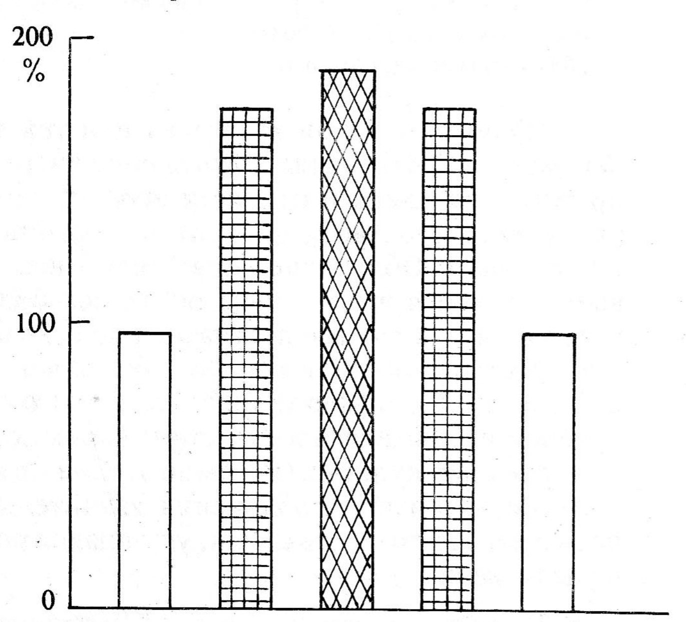


Рис.5. Зависимость эффекта стимуляции роста и развития контрольных партий кукурузы от их расположения относительно облученных растений: ▩ - облученные ЭМИ КВЧ семена; ▦ - ближний контроль; □ - дальний контроль

рующем режиме облучения, когда облученные растения отставали в росте от контрольных, посаженных отдельно, ближние необлученные партии, расположенные на общей корневой подложке с инактивированными растениями, как правило, тоже отставали в росте от контрольных растений (рис.2д).

Эффекты стимуляции вегетативного развития высших растений через корневую систему наблюдались в экспериментах с пшеницей, кукурузой и др. Для этого контрольные растения располагали на общей подложке с облученными на разном расстоянии от последних. Ускоренный рост контрольных растений, расположенных наиболее близко с облученными, проявлялся у пшеницы и кукурузы уже через несколько дней, а в течение недели до уровня облученных подтягивались и наиболее отдаленные растения контрольных партий. Результаты опытов показаны на рис.2с, 4, 5. По предварительным оценкам для стимуляции роста и развития всей партии посевного материала необходимо облучить 1% семян.

Экологически чистый, адресно направленный и экономически выгодный способ ЭМИ-стимуляции всхожести и раннего созревания семян можно рекомендовать как один из перспективных методов для внедрения в производство.

Литература

1. Давыдов В.И., Тихончук В.С. и др. Биологическое действие, нормирование и защита от ЭМИ.- М.: Энергоатомиздат.- 1984.- 176 с.

2. Петров И.Ю., Морозова Э.В., Моисеева Т.В. Стимуляция процессов жизнедеятельности в растениях микроволновым излучением // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- С.502-505.

EHF-RADIATION EFFECT ON MORE HIGHLY DEVELOPED PLANTS

L.Yu.Berzhanskaia, O.Yu.Beloplotova, V.N.Berzhanskii

The results of presowing electromagnetic processing of bean, gramineous and essential-oil bearing plants seeds are given. At EHF irradiation (F=30-60 GHz; P_{out}= 4 mW/cm^2) of moistened seeds of kidney beans and peas growth acceleration turned out 250-300% higher in comparison with the control batch.

In case of processing with a helium-neon laser acceleration of growth was not less than 200%.

A special attention is given to the role of the humid media in transferring the effect from the irradiated seeds to the seeds unirradiated bat located close to them.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВЧ-РАДИОФИЗИКИ И КВЧ-ТЕХНИКИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ КАК ПУТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ (подход к проблеме)

М.Б. Голант

ГНПП "Исток", г.Фрязино Московской обл.

1. Обоснование целесообразности постановки работы

За последние годы все шире распространяются и развиваются методы нетрадиционной медицины, основанные на выработке и передаче организму сигналов очень малой мощности, не вызывающих заметных изменений температуры тканей, но определяющих потоки информации, регулирующие направления его (организма) функционирования.

Известно достаточно большое количество различных методов лечебного воздействия, которые целесообразно отнести к этому классу: гомеопатия, электропунктура, воздействие на организм слабыми электромагнитными полями или акустическими сигналами и др.

Лечебно-диагностические процедуры, сопутствующие реализации такого информационного воздействия на организм, обычно разбивают на две стадии. Первая стадия - отображение информации, характеризующей совокупность нарушений в организме (ниже будем называть отображением нарушений). Вторая стадия - активные лечебные воздействия на организм, основанные на данных отображения.

Такая логика двухстадийного подхода к восстановлению организма представляется естественной (близкой классической медицине) и в общем плане не требующей каких-либо дополнительных объяснений.

Однако нужно учитывать, что как состояние организма, так и отклонение этого состояния от нормы характеризуется бесчисленным множеством параметров, даже если речь идет об одноклеточном организме [1], не говоря уже о такой сложной системе, как организм человека, включающей 10^{15} клеток, функционирующих взаимосвязанно и взаимосогласованно и в то же время в той или иной степени автономно [2]. Измерить и описать каждое из отклонений от нормы в такой системе в принципе невозможно [3].

Следовательно, как отображение, так и выработка и реализация активных лечебных действий на основе содержащейся в нем информации, возможны только в случае, если речь идет об автоматически выполняющихся процессах.

В любом из упомянутых и в других методах информационной медицины задачи отображения и использования его данных решаются по-своему, но никогда эти решения не являются исчерпывающе полными с точки зрения восстановления организма.

Поэтому, хотя переход к информационной медицине благодаря полноте и многогранности сопряженных с ней лечебных воздействий является большим шагом вперед по отношению к традиционной (в основном лекарственной) медицине, но и этот шаг, по-видимому, еще нельзя считать завершающим.

2. Принципиальность ограничений, заложенных в отображении, и методы ослабления этих ограничений

В первом параграфе уже отмечалась необходимость автоматической реализации отображения и лечебных действий на основе содержащихся в нем данных. Но сами по себе эти замечания еще ничего не говорят о принципиальности связанных с ними ограничений. Может показаться, что какие-либо методы "фотографирования" или компьютерной обработки позволят устранить (по крайней мере, в основном устранить) отмеченные трудности.

Принципиальность ограничений связана с тем, что невозможно адекватно смоделировать сложную систему с помощью существенно более простых. Последовательное моделирование сложного объекта с помощью существенно более простых потребовало бы недопустимо много времени. Поэтому такую сложную систему, как, например человеческий организм, включающий $\sim 10^{15}$ (миллион миллиардов) сложных систем - клеток, адекватно (достаточно полно) смоделировать с помощью физических, химических или даже биологических (но не живых) систем в принципе невозможно.

Какими должны быть пути приближения к удовлетворительному решению поставленной задачи?

Ответу на этот вопрос посвящена работа [4]. Если кратко изложить результаты проведенного в [4] анализа, то они сводятся к тому, что повышение эффективности моделирования неизбежно требует усложнения датчиков, с помощью которых должен изучаться живой организм: в конечном итоге приходится переходить к использованию живых организмов в качестве датчиков*. Таким образом, представление о двух стадиях организации информационных лечебно-диагностических процедур последовательно привело к необходимости использования живых датчиков как средств для наиболее полного достижения целей при решении задач информационной медицины.

Возможно ли дальнейшее развитие идеи и еще более полное решение задач информационной медицины?

Поскольку ограничения на разобранном выше пути связаны с представлением о двух стадиях организации информационных лечебно-диагностических процедур, естественно на следующем этапе подвергнуть критическому анализу необходимость разобранного выше двухстадийного подхода.

3. Использование информационной системы целостного живого организма для его восстановления

Принципиальность трудностей, сформулированных в разделе 2, связана с невозможностью моделирования сложной системы с помощью существенно более простых. Следовательно, невозможно в принципе подобрать модельные системы, полностью отображающие объект для такой сверхсложной системы как человеческий организм. А из этого, в свою очередь, следует, что выходом из положения может явиться только использование в информационной медицине собственной управляющей системы организма человека и создание условий для ее восстановления.

Будучи восстановленной, собственная управляющая система организма осуществляет моделирование как организма в целом, так и всех его составных частей, т.е. осуществляется адекватное отображение организма. В то же время живой организм как самоорганизующаяся и самовосстанавливающаяся система сам организует восстановительные процессы на основе такого отображения.

Таким образом, проблема сводится не к организации двух стадий лечебного процесса, а к одной единственной, но непрерывно варьирующейся деятельности, связанной с самовосстановлением собственной управляющей системы. Медицин-

---

* Естественно, живые организмы можно использовать не только для восприятия и отображения информации о других живых организмах, но и в качестве высокоэффективных систем передачи информации (в том числе лечебной) другим организмам в наиболее приемлемой для них форме. Таким образом, передача информации другим живым организмам (для краткости обозначим ее ПИДЖО) - это особая ветвь информационной медицины, охватывающая и диагностику и терапию. Но эта тематика выходит за рамки данной статьи.

ская активность в этом случае сводится к созданию оптимальных условий для такого самовосстановления. В работах [5, 6] показано, что создание оптимальных условий для восстановления управляющей системы организма в наиболее полной степени достигается использованием воздействий на организм излучений крайне высоких частот, в некоторых случаях сочетаемых с кратковременным использованием медикаментозных средств.

В краткой статье невозможно вдаваться в детальный анализ проблемы использования излучений малой мощности крайне высоких частот (КВЧ) для восстановления организма. Однако целесообразно подчеркнуть две принципиальные стороны затронутой проблемы. Во-первых, КВЧ-воздействие на живой организм - это не одно из возможных средств для его восстановления, а средство, являющееся в принципе наиболее эффективным с точки зрения организации информационного лечебного процесса. Во-вторых, как показано в [5, 6], возможность сокращения длительности лечебно-информационного процесса и повышения его результативности ограничены. Ограничения связаны с постепенным сокращением (в первую очередь с возрастом) резервных возможностей организма пациента. Никакие лечебные процедуры или изменения условий жизни не могут полностью устранить снижение восстановительной активности, связанное с необратимой деградацией элементов управляющей системы. С возрастом объем активной деятельности пациента неизбежно должен снижаться.

4. Роль диагностики и отображения в процессе КВЧ-восстановления

Во втором параграфе был кратко проанализирован уровень основных ограничений, связанных с отображением, а в третьем - разобран путь восстановления собственной информационной системы организма, способной наиболее полно отобразить его состояние и организовать эффективное восстановление.

Может создаться впечатление, что в этих условиях отображение вообще не нужно. Но в действительности это не так.

В предыдущем параграфе подчеркивалось, что как возможности, так и конкретные пути восстановления управляющей системы организма зависят от резервных возможностей последнего.

Следовательно, для правильной организации внешних КВЧ-воздействий необходимы данные о резервных возможностях, характере их распределения в организме и оптимальных путях их регулирования.

Получение соответствующей информации требует своеобразного отображения, хотя его отличие от описанного в первом параграфе отображения конкретных нарушений, имеющих место в организме пациента, очевидно.

В статье кратко прослежен ход развития принципиальных идей информационной медицины, но совершенно не затронут огромный пласт практических путей их реализации. Они нуждаются в отдельном освещении.

Литература

1. Фултон А. Цитоскелет, архитектура и хореография клетки. -М.: Мир.- 1987.- 177с.

2. Вопросы использования электромагнитных излучений малой мощности крайне высоких частот в медицине / Сб.докл. под ред. академика Девяткова Н.Д.- Ижевск: Удмуртия.- 212 с.

3. Александров В.Я. Реактивность клеток и белки. - Л.: Наука.- 1985.- 317 с.

4. Голант М.Б. Методы высокоинформативного исследования и экспериментального изучения реакции живых организмов на внешние КВЧ-воздействия // Электронная техника. Сер. СВЧ-техника.- 1992. - Вып.7 (451).- С.35-41.

5. Девятков Н.Д., Голант М.Б. Лечение без лекарств и его радиофизические аспекты // Межд. симп. "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине": Сб. докл.- М.: ИРЭ АН СССР.- 1991.- С.529-535.

6. Голант М.Б., Мудрик Д.Г., Реброва Т.Б. Специфические законы медицины, связанные с физическими законами сохранения энергии и ее преобразования из неупорядоченных форм в упорядоченные // Там же.- С.539-545.

APPLICATION OF EHF RADIOPHYSICS AND EHF TECHNIQUES IN INFORMATION MEDICINE AS THE WAY TO DIAGNOSTICS AND TREATMENT IMPROVEMENT
(an Approach to the Problem)

M.B.Golant

The problems of electromagnetic information medicine have been discussed. The tasks of the information medicine can be solved in complex when living sensors are used. For a human being - usage of the organism own control system. Restoration of the lost functions of the control system with EHF therapy solves the task in the whole. This in its turn is possible if the man's reserve abilities has been evaluated correctly.

ОБЪЕКТИВИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КВЧ-ТЕРАПИИ МЕТОДОМ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ (ЭФФЕКТ КИРЛИАН)

Г.К. Коротков

Инженерный медико-биологический центр, г.Санкт-Петербург

Существенным моментом в практике КВЧ-терапии является развитие методов объективизации результатов воздействия. Для решения этой задачи был предложен и успешно использован метод газоразрядной визуализации, основанный на использовании эффекта Кирлиан. Сущность метода заключается в регистрации свечения биологического объекта в электромагнитных полях высокой напряженности. Это свечение обусловлено развитием газового разряда, возбуждаемого вблизи поверхности объекта. За счет эмиссионных, электрофизических, газообменных и энерго-

обменных свойств объект вносит возмущение в развитие разряда, при этом разряд выступает как бы в качестве усилителя сверхслабых процессов, связанных с жизнедеятельностью объекта. К настоящему моменту выявлены и исследованы основные физические процессы, приводящие к формированию изображений, информативные признаки объекта, вызывающие изменение характеристик свечения; развиты методические подходы и приемы, позволяющие исследовать объекты разных классов: живые, неживые, твердые, жидкие, макро- и микроскопические. Отработаны различные способы регистрации и исследования газоразрядного свечения: фотографический, фотоэлектрический, спектральный. Развита и апробирована методика количественной компьютерной обработки газоразрядных фотографий, что позволило включить полученные данные в практику научного эксперимента. Создана и выпускается специализированная аппаратура и программное обеспечение для проведения исследований.

Особое внимание было уделено исследованию энергоинформационных параметров свечения кожного покрова человека. Доктором П.Манделем на основе большого экспериментального материала предложены карты топографического соответствия зон свечения пальцев рук и ног различным физиологическим системам и органам (рис.1). Использование этого подхода позволяет проводить экспресс-диагностику физиологического состояния человека по параметрам свечения. За 10 минут можно дать достаточно полную характеристику состояния пациента. В то же время кирлиан-фотографии позволяют следить за изменением энергетического состояния и выявлять изменение этого состояния при воздействиях и нагрузках. Мы выделили 6 основных типов изображений, соответствующих различным энергетическим состояниям и обозначили эти типы согласными буквами имени KiRLiaN S D. Каждый из них определяет статус энергетической системы организма, зависящей в основном от вида энергетического каркаса того или иного человека, но также определяемой и текущим состоянием. Знание этих типов может позволить в дальнейшем подойти к выявлению характера энергоинформационных взаимодействий организма с окружающим пространством.

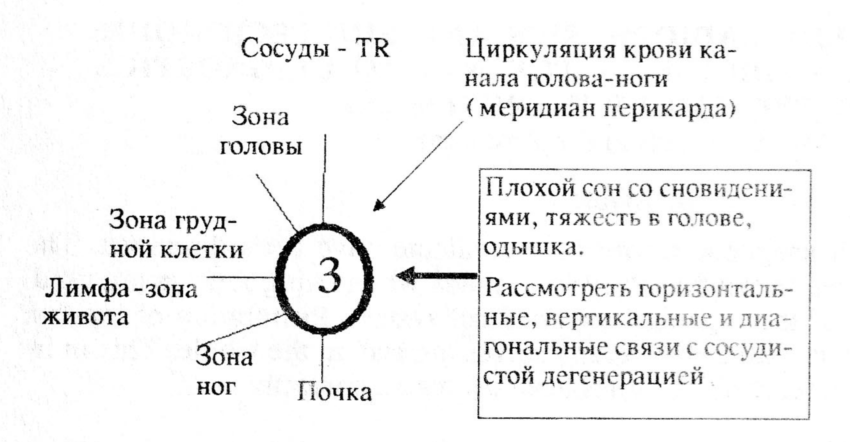


Рис.1. Карта П.Манделя для одного из пальцев

Использование компьютерных методов обработки изображений и специализированного программного обеспечения позволило следить за ходом тех или иных процессов и выявлять быстрые (десятки минут - часы) и медленные (дни - недели)

тренды состояния; влияние гомеопатических и аллопатических препаратов, терапии коротковолновых излучений, голодания, медитативных занятий, физиотерапевтических процедур - то есть определять отклик организма на слабые воздействия, трудноопределимые другими методами. С использованием фотоэлектрического метода регистрации свечения проведен цикл исследований стрессовых состояний различного типа у человека и животных, кривая изменения газоразрядных параметров хорошо коррелирует с кривой Селье.

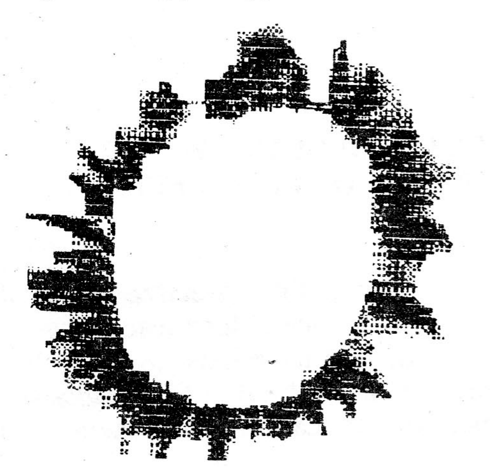


Рис.2. Пример компьютерного вывода газоразрядного изображения пальца

Остановимся более детально на экспериментах по объективизации результатов КВЧ-воздействия. Работа проводилась на кафедре госпитальной терапии Санкт-Петербургского медицинского института вместе с м.н.с. Умзар А.А. Было обследовано более 20 практически здоровых и 10 больных людей с диагнозами аденомы предстательной железы, гипертонической болезни сердца и ишемической болезни сердца.Терапия проводилась на частоте 53,604 ГГц в режиме модуляции частоты с воздействием на БАТ по правилам китайской медицины в течение 10-20 минут мощностью 10 мВт. Газоразрядные изображения (рис.2) снимались до воздействия, после каждого сеанса и в конце курса. Было обнаружено, что после первого же сеанса терапии характер свечения воспроизводимо менялся - оно трансформировалось из R- или N-типа в K- или R-тип соответственно, то есть происходило улучшение наблюдаемой картины свечения с повышением заполненности контура.Особенно сильные изменения наблюдались в области сосудистой системы головы.

После 1-3 сеансов наблюдалось общее увеличение размера стримеров и появление специфических феноменов в области болезненных локусов. Эффект заполнения сохранялся. Эти изменения могут быть интерпретированы как показатель обострения патологических процессов. После проведения всего курса отмеченные болезненные локусы претерпевали наибольшие изменения как правило в сторону улучшения. Практически здоровые пациенты демонстрировали изменения картины свечения как в сторону ее улучшения, так и небольшого ухудшения с последующим восстановлением. Для части результатов была проведена количественная компьютерная обработка с целью получения данных для последующего анализа и контроля.

Проведенные эксперименты являются предварительными, и для выработки оптимальной методики применения газоразрядной визуализации в практической терапии требуется большая систематическая работа. В то же время они показывают перспективность использования метода и его основные преимущества: наглядность, информативность, относительная дешевизна аппаратуры (порядка &100) и простота практического применения. Метод может быть освоен любым врачом в течение одного-двух дней.

Литература

1. The Kirlian aura. N.Y. Anchor Books, 1976.
2. Баньковский Н.Г., Коротков К.Г., Петров Н.Н. // Радиотехника и электроника.- 1986.- Т.31.- N8.- С.625.
3. Mandel P. EEG-analisis.- 1988.

RECEPTION OF OBJECTIVE EHF THERAPY RESULTS WITH GAS-DISCHARGE METHOD OF VISUALIZATION (KIRLIAN EFFECT)

G.K.Korotkov

It is for the first time that Kirlian effect has been used for getting objective results of EHF therapy application. The maps for topographic correspondence of luminescent zones on fingers and toes to various physiological systems and organs have been used. In has been shown that Kirlian photographs undergo changes right after the first EHF radiation exposure. Some preliminary conclusions about perspective application of the method in EHF therapy have been made.

N 2 Миллиметровые волны в биологии и медицине октябрь, 1993
Опыт медицинского применения КВЧ-излучения

ПРИМЕНЕНИЕ КВЧ-ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

В.Н.Запорожан, В.В.Беспоясная, В.В.Бубнов, Т.Б.Реброва

Международный научно-методический центр здоровья семьи,
г.Одесса, Украина

В настоящее время ММ-терапия получила широкое распространение в различных областях медицины, что обусловлено многогранным действием указанного физического фактора на организм. В то же время механизмы биологического действия электромагнитных волн миллиметрового диапазона требуют дальнейшего изучения, что могло бы позволить максимально реализовать возможности метода и повысить эффективность его применения при различных патологических состояниях.

Так, известно, что в патогенезе гиперпластических процессов матки одно из ведущих мест занимают нарушения в иммунной системе. Успешное применение препаратов - иммуномодуляторов - для лечения указанных состояний подтверждает это мнение и побуждает к поиску эффективных иммуномодуляторов, в том числе физических факторов. В качестве такого фактора нами использована ММ-терапия. На первом этапе ММ-волны были применены в эксперименте при индуцированной гиперплазии матки, где продемонстрировано стимулирующее влияние этих волн на показатели иммунитета. Полученные данные послужили предпосылкой для использования ММ-терапии в клинической практике.

В настоящей работе представлены результаты применения ММ-терапии у больных с гиперпластическими процессами матки для коррекции нарушений иммунной системы.

Под нашим наблюдением находилась 21 женщина позднего репродуктивного возраста с миомой матки и гиперплазией эндометрия. Величина миомы матки в большинстве случаев соответствовала 6-7 неделям беременности. Всем больным было проведено определение исходных показателей иммунной системы на 5-7 и 20-22 дни менструального цикла, а также после ММ-терапии в аналогичные дни цикла. КВЧ-воздействие проводилось на область грудины на уровне второго ребра, использовалась длина волны 7,1 мм. Всего проводилось 10 процедур по 45 минут каждая с 8-10 по 20-22 дни цикла. Для оценки состояния иммунной системы определяли следующие показатели: общее количество лейкоцитов, Т-лимфоциты ($Т_{об}$, Е-РОК); Т-лимфоциты, несущие рецепторы к иммуноглобулину М ($Т\mu$ - преимущественно хелперы) и к иммуноглобулину G ($Т\gamma$ - преимущественно супрессоры); общее количество В-лимфоцитов ($В_{об}$, ЕАС-РОК); В-лимфоциты, несущие рецепторы к эритроцитам мыши ($В_м$).

Результаты исследования иммунной системы продемонстрировали изменения ряда показателей. Так, отмечено снижение соотношения хелперы/супрессоры (0,89) прежде всего за счет повышения популяции супрессоров ($0,35\pm0,01$ и $0,15\pm0,01$ г/л соответственно, $Р<0,01$) в первой фазе менструального цикла. Со стороны В-системы лимфоцитов отмечено снижение активной их фракции ($В_м$) в обе

фазы менструального цикла, но более выражено - во второй фазе (0,350±0,050 и 0,143±0,024, P<0,001).

Применение ММ-терапии у больных миомой матки и гиперплазией эндометрия показало, что уже на первых этапах лечения все пациентки отмечали улучшение общего состояния. По окончании курса лечения отмечалось снижение выраженности болевого синдрома, уменьшение объема, болезненности и укорочение продолжительности менструаций. Кроме того, отмечено уменьшение размеров миоматозных узлов по данным ультразвуковой диагностики в среднем на 4,88±1,54 мм.

Применение КВЧ-терапии приводит к нормализации выявленных нарушений в иммунной системе. Так, отмечено снижение абсолютных значений $T\gamma$ преимущественно в первой фазе менструального цикла (0,35±0,01 и 0,24±0,03 г/л, P<0,01). Во второй фазе цикла выявлено увеличение относительных (18,70±0,90% и 21,45±0,05%; P<0,01) и абсолютных (0,34±0,03 и 0,44±0,03; P<0,05) значений $T\mu$ (хелперы). Указанные изменения приводят к увеличению соотношения $T\mu/T\gamma$; I фаза - 0,89 и 1,36 (после КВЧ), II фаза - 1,88 и 1,98 соответственно.

Из показателей В-системы лимфоцитов отмечено достоверное увеличение абсолютных значений общей их популяции - $B_{об}$(0,273±0,019 и 0,373±0,034; P<0,05), а также активной их фракции - $B_м$(0,143±0,024 и 0,231±0,025; P<0,05) во II-й фазе менструального цикла.

Учитывая, что в патогенезе гиперпластических процессов матки важная роль принадлежит как иммунной, так и эндокринной системам, а также их взаимоотношениям, значительный интерес представляют данные о корреляционных связях между показателями указанных систем. Прежде всего это относится к уровню прогестерона, так как известно, что у здоровых женщин в позднем репродуктивном возрасте содержание этого гормона в сыворотке крови повышено и находится в прямой корреляции с количеством супрессоров ($T\gamma$), т.е. происходит естественная иммуносупрессия.

У обследованных нами больных с гиперпластическими процессами матки выявлена обратная корреляция между этими показателями (r=-0,662), и при этом концентрация прогестерона снижена. Кроме того, в I-й фазе менструального цикла отмечена положительная корреляция $B_м$ с уровнем прогестерона (r=0,530), что обусловливает снижение активной фракции В-лимфоцитов.

После ММ-терапии изменяется характер корреляционных взаимоотношений. Так, понижение уровня прогестерона в I-й фазе цикла в высокой степени коррелирует с увеличением количества хелперов (r=-0,797), а также с увеличением $B_м$ (r=0,756). В то же время обращает на себя внимание тот факт, что корреляционная связь между уровнем прогестерона и количеством супрессоров значительно снижается (r=-0,327), что можно рассматривать как тенденцию к нормализации указанного соотношения. При этом понижение уровня прогестерона, не выходящее за пределы возрастной нормы, практически не сопровождается увеличением количества супрессоров ($T\gamma$). Это в свою очередь ведет к нормализации соотношения хелперы/супрессоры, имеющего важное прогностическое значение.

Таким образом, применение ММ-терапии как самостоятельного лечебного фактора у больных с гиперпластическими процессами матки приводит к выраженной стимуляции иммунной системы.

Полученные результаты послужили основанием для включения ММ-терапии в комплекс лечебных мероприятий у больных с миомой матки и гиперплазией эндометрия в сочетании с гормональной терапией. Известно, что такие препараты, как норколут, обладают наряду с нормализующим влиянием на показатели эндокринной системы и противоопухолевой активностью, а также приводят к нормализации структуры эндометрия. Однако норколут обладает иммуносупрессивным действием и, следовательно, усугубляет имеющиеся нарушения иммунной системы.

ММ-терапия у данной группы больных осуществлялась с 10-го по 22-й день менструального цикла с помощью аппарата "Явь-1" в течение 45 минут на область грудины на уровне второго ребра. Начиная со следующего менструального цикла в течение 6-ти месяцев назначалась гормональная терапия - норколут по 5-10 мг ежедневно с 16-го по 25-й день менструального цикла. Через три месяца назначался повторный курс КВЧ-терапии, а затем продолжалась гормональная терапия.

Данная схема лечения применена у 20-ти пациенток с миомой матки и гиперплазией эндометрия.

Сочетанное применение гормональной и ММ-терапии позволяет снизить вдвое дозу препарата при отсутствии снижения его эффективности, что уменьшает токсическое действие норколута. Кроме того, снижается вероятность и выраженность отрицательных побочных эффектов, в частности со стороны гепатобилиарной системы. Так, все пациентки закончили полный курс лечения, в то время как в контрольной группе двум пациенткам потребовалась отмена гормонотерапии.

Комплексный метод лечения позволяет добиться параллельной нормализации гормональных и иммунных показателей. В результате лечения у больных отмечена нормализация уровня прогестерона и соотношения эстрогены/прогестерон.

Анализ показателей иммунной системы в динамике лечения свидетельствует об отсутствии супрессивного действия норколута. Так, по сравнению с контрольной группой не отмечалось выраженного повышения количества супрессоров, соотношение хелперы/супрессоры на протяжении курса лечения существенно не изменялось.

Таким образом, ММ-терапия обладает выраженным иммуностимулирующим действием и может быть использована в комплексном лечении больных с гиперпластическими процессами матки как самостоятельный лечебный фактор или в сочетании с гормональной терапией.

Кроме того, ранее нами показано, что ЭМИ КВЧ оказывает иммуномодулирующий эффект у других категорий гинекологических больных: в послеоперационном периоде после хирургического лечения миомы матки, после операции по поводу рака тела матки, а также в период телегамматерапии.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что указанный эффект ММ-терапии носит общебиологический характер, и последняя может быть использована для коррекции иммунодефицита у других категорий больных.

APPLICATION OF EHF THERAPY FOR TREATMENT OF GYNECOLOGICAL PATIENTS

V.N.Zaporozhan, V.V.Bespoyasnaia, V.V.Bubnov, T.B.Rebrova

The principal idea of this research is the conclusion that application of EHF therapy for patients of gynecological profile results in a pronounced stimulation of the immune system. The EHF radiation was done on the breastbone at the level of the second rib; 7.1 mm wavelength; 10 procedures with 45 minutes' exposures.

ЛЕЧЕНИЕ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ ЖЕЛУДКА И ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА В УСЛОВИЯХ ПОЛИКЛИНИКИ

Г.Г.Ефремушкин, Т.В.Кулишова, Л.А.Лянгузова, А.Я.Рыженков, И.В.Береговая

Клиника внутренних болезней Алтайского медицинского института,
МСЧ п/о "Химволокно", г.Барнаул

Проблема эффективного лечения язвенной болезни остается одной из актуальных в гастроэнтерологии. Возможность и преимущества лечения больных язвенной болезнью в амбулаторных или стационарных условиях дискутируются в литературе в течение длительного времени [1-3], и большинство авторов склоняется в пользу проведения стационарного лечения [4-6]. Однако в последние годы, особенно за рубежом, большое распространение получила точка зрения об отсутствии преимуществ стационарного лечения больных язвенной болезнью по сравнению с амбулаторным [7].

Целью настоящего исследования явилось изучение возможности применения электромагнитного излучения миллиметрового диапазона (ЭМИ) в комплексном лечении и вторичной профилактике больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки в поликлинике.

Материалы и методы

Под наблюдением находилось 122 больных язвенной болезнью, из них 98 мужчин и 24 женщины в возрасте от 21 до 61 года (средний возраст 41,0±3,2 лет). У 25 пациентов язва локализовалась в желудке (средний возраст 48,0±4,1 лет), у 97 - в двенадцатиперстной кишке (средний возраст 36,0±4,1 лет). Размеры язвы в начале лечения колебались от 0,3 до 2,0 см в диаметре. На лечение нами принимались больные с неосложненными язвами. Течение язвенной болезни было легким у 39% (не более одного обострения в год), средней тяжести - у 47% (два обострения в год), тяжелым - у 14% больных (3-4 обострения в год). По длительности заболевания больные язвенной болезнью распределялись следующим образом: заболевание выявлено впервые у 14 больных, давность заболевания до 3 лет - у 30, от 4 до 10 лет - у 71, от 11 до 20 лет - у 7 больных.

Жаловались на боли в эпигастральной области через 15-30 минут после еды 26% больных, через 1,5-2 часа - 74%, на ночные боли - 49,8% больных. Боли локализовались в подложечной области у 81% больных, в пилородуоденальной области - у 19% больных. Из диспепсических жалоб наиболее часто встречалась изжога (80,2%), реже отрыжка (58,9%), тошнота (39,1%), запоры (19%).

Больные были разделены на 4 группы. Группа амбулаторных больных (1-я группа - 36 человек) с обострением язвенной болезни, получавших ЭМИ, диету, антихолинэргические вещества, антагонисты H_2-рецепторов гистамина. Группу сравнения для нее (2-я группа) составили 22 больных язвенной болезнью, рандомизированных по полу, возрасту, давности заболевания, но лечение проводилось им без применения ЭМИ.

3-ю группу составили 34 больных язвенной болезнью в фазе ремиссии, которым за 3-4 недели до предполагаемого рецидива болезни проводилось профилактическое лечение ЭМИ без применения медикаментов. Группу сравнения для нее (4-я группа) составили 30 больных, не отличавшихся от больных 3-й группы по возрасту, полу, давности заболевания, но получавших противорецидивное медикаментозное лечение без ЭМИ.

Лечение и вторичная профилактика язвенной болезни проведены электромагнитным излучением миллиметрового диапазона с помощью терапевтического аппарата "Явь-1" на длине волны 5,6 мм. Сеанс лечения проводился в положении сидя, с облучением поверхности тела в эпигастральной области контактно расположенным рупором при плотности потока мощности излучения 10 мВт/см^2. На курс лечения и профилактики больным отпускали по 10-12 процедур продолжительностью 30 минут ежедневно за исключением субботы и воскресенья. Эффективность лечения контролировали фиброгастродуоденоскопией, проводившейся перед началом лечения, после 10 процедур ЭМИ и, при необходимости, через каждые 5 процедур до полного заживления язвенного дефекта. Эффективность вторичной профилактики контролировали эндоскопическим исследованием до начала и после окончания курса ЭМИ.

Результаты и обсуждение

У больных с обострением язвенной болезни (1-я группа) уже после второй процедуры ЭМИ уменьшались ночные боли, а после четвертой-пятой процедур исчезали болевой и диспепсический синдромы. После десяти процедур эндоскопическая ремиссия с полным заживлением язвенного дефекта была отмечена у 24 больных (66,7%) со средним сроком рубцевания 15 дней, заживление язвенного дефекта у них происходило нежным линейным рубцом без грубых деформаций. У оставшихся больных этой группы с незарубцевавшимися язвами к пятнадцатому дню последние были более глубокими, с диаметром от 1 до 2 см, с выраженным перифокальным воспалением, с преимущественной локализацией в желудке. Определенное значение, по-видимому, имеет и преобладание среди них больных более старшего возраста (средний возраст 57±2,3 лет). В группе сравнения (2-я группа) полное рубцевание в процессе лечения за эти сроки отмечено у 50% больных, но среди них у 35% больных сохранилась инфильтрация вокруг рубца: он был более грубым и втянутым.

У больных первой группы полное рубцевание наблюдалось в 91,6% случаев со средним сроком рубцевания 20,9 дня, во второй группе - в 77% в среднем со сроком рубцевания к 29 дню.

С целью профилактики рецидива язвенной болезни ЭМИ применялось за 3-4 недели до предполагаемого обострения (весной, осенью). Клинически у всех больных отсутствовал болевой синдром, лишь у 4-х были явления дискомфорта в эпигастрии. При эндоскопическом исследовании до начала лечения у 30 больных проявлений обострения язвенной болезни не выявлено, у 4-х (с явлениями дискомфорта) - определялась гиперемия слизистой двенадцатиперстной кишки. Больным в возрасте до 50 лет проводили 10 процедур, старше 50 лет - 15 процедур по 25-30 минут. У всех 34 больных, пролеченных по данной методике, в ближайшие 6 месяцев рецидива язвенной болезни не наблюдалось. У больных группы сравнения (4-я группа - 30 человек), получавших противорецидивную медикаментозную терапию без ММ-терапии, за это же время обострение возникло у 3-х человек (10%). У 2-х из них эндоскопически определялась картина хронического атрофического гастродуоденита, фаза обострения, мелкоочаговая атрофия слизистой, выраженный сосудистый рисунок; рельеф складок отечен, диффузная умеренная гиперемия, привратник деформирован, отечен, выраженный заброс желчи в желудок; луковица субатрофична с признаками воспаления. У одного больного эндоскопически определялась язва луковицы двенадцатиперстной кишки.

Таким образом, применение ММ-терапии в комплексной терапии язвенной болезни в условиях поликлиники дает более выраженный положительный эффект по сравнению с обычным медикаментозным лечением. Положительное влияние ЭМИ прослеживается и при профилактике рецидивов язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, что подтверждается отсутствием в течение шести месяцев обострений у больных после профилактического курса лечения.

Выводы

1. Применение ЭМИ в комплексном лечении обострений язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки в условиях поликлиники более эффективно по сравнению с одним медикаментозным лечением.

2. Положительный эффект ЭМИ у больных язвенной болезнью более выражен в молодом возрасте, при более коротком анамнезе, особенно при впервые выявленном заболевании, а также у больных с диаметром язвы не более 1 см.

3. ЭМИ-профилактика обострений язвенной болезни в первые 6 месяцев после облучения дает более выраженный противорецидивный эффект по сравнению с обычным медикаментозным противорецидивным лечением.

Литература

1. Гавриленко Я.В., Капитаненко А.М., Карнаухов Ю.П. и др. К вопросу об амбулаторном лечении неосложненной язвенной болезни // Тер. арх.- 1977.- N2.- С. 12-17.

2. Григорьев П.Я., Исаков В.А., Яковенко Э.П. Медикаментозная терапия и тактика лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки // Тер. арх.- 1988.- N8.- С.118-126.

3. Рысс Е.С., Фишзон-Рысс Ю.И. Как рационально лечить язвенную болезнь? // Тер. арх.- 1990.- N2.- С.134-136.

4. Белоусов А.С., Ракитская Л.Г. Язвенная болезнь.- М.- 1979.

5. Комаров Ф.И., Радбиль О.С. Некоторые новые данные о патогенезе, клинике, лечении язвенной болезни.- М.- 1978.

6. Комаров Ф.И., Левин Г.Л. Язвенная болезнь.- М.- 1970.

7. Gracham D., Swarzt S. et al. // Gastroenterology.- 1981.- V.76.- N6.- P.500-505.

TREATMENT OF STOMACH AND DUODENUM ULCER WITH ELECTROMAGNETIC MM-WAVE RADIATION UNDER POLYCLINIC CONDITIONS

G.G.Efremushkin, T.V.Kulishova, L.A.Lyanguzova, A.Ya.Ryzhenkov, I.V.Beregovaya

Possibilities of mm-wave radiation application in a complex treatment and secondary prophylactics of the patients with stomach and duodenum ulcer have been studied in this work.

It has been shown that EMR application in a complex treatment of an acute stomach and duodenum ulcer under polyclinic conditions is more effective in comparison with drug-therapy alone. Positive effect of mm-wave radiation for the patients with ulcer is more pronounced in young age, in case of a shorter anamnesis (particularly when the disease was first time diagnosed) and also when the ulcer diameter is not over 1 cm. EM mm-wave radiation prophylactics of ulcer in acute period provides more marked antirelapse effect comparing with the traditional antirelapse treatment with drugs.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВЧ-ТЕРАПИИ В ПРАКТИКЕ ПЕДИАТРА-ГАСТРОЭНТЕРОЛОГА

Л.Н.Клюева, А.М.Чередниченко, А.В.Чебыкин

Городская больница N21, г.Свердловск

В настоящее время в медицине все шире внедряются методы,основанные на использовании электромагнитных излучений крайне высоких частот (КВЧ). Показано, что ММ-волны нормализуют иммунологический статус, улучшают реологические свойства крови, активируют и нормализуют репаративную активность на уровне клетки (Девятков Н.Д., Голант М.Б., Каменев Ю.Ф., Пославский М.В.).

Более чем десятилетний опыт применения электромагнитных волн миллиметрового диапазона в гастроэнтерологии показал высокую эффективность этого метода при лечении язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, хронического панкреатита, хронического персистирующего гепатита, дискинезии желчевыводящих путей у взрослых больных (Филиппов Ю.А., Погребной Б.А.).

В педиатрической практике применению ММ-терапии посвящены отдельные исследования. В основном этот метод лечения использовался при заболеваниях гастродуоденальной зоны (Воеводин Б.П.).

Нами пролечены методом ММ-терапии 50 детей в возрасте 10-15 лет, страдающих хроническим панкреатитом и сопутствующими заболеваниями пищеварительной системы. Длительность заболевания - от 2 до 5 лет.

Контрольную группу составили дети, существенно не отличающиеся от основной группы по возрасту и полу, имеющие такую же патологию, но не получавшие ММ-терапию.

Все больные находились на стационарном лечении 3-4 недели в связи с обострением основного заболевания и получали традиционную медикаментозную терапию, включающую ингибиторы протеаз, репаранты, противовоспалительную и симптоматическую терапию. На фоне проводимой терапии стойко держался болевой синдром и клинические признаки интоксикации. Активность патологического процесса подтверждалась результатами лабораторного обследования: высокий уровень амилазы, липазы, трипсина в панкреатическом содержимом, изменения в протеазно-ингибиторном спектре в виде повышения содержания альфа-2-макроглобулина и калликреина. Нарушение общего состояния здоровья детей подтверждалось меридиональной диагностикой.

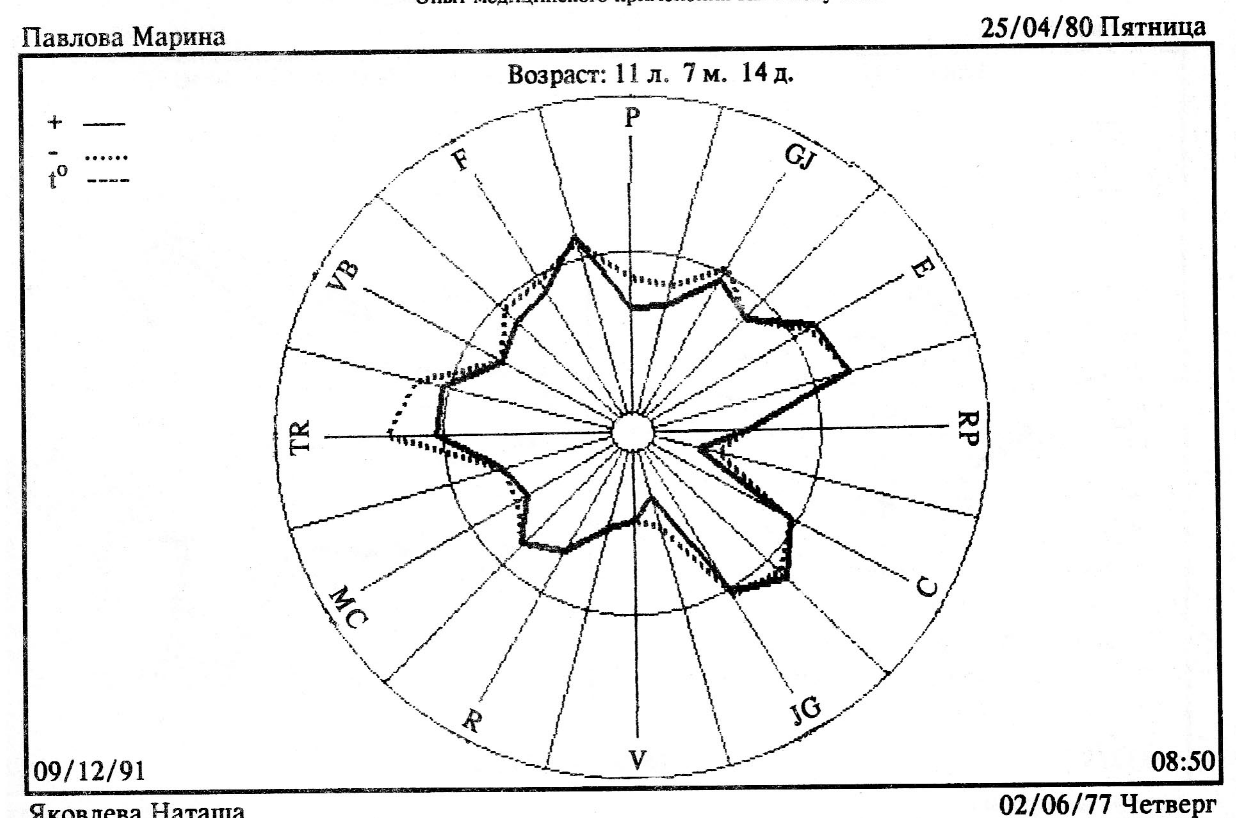
На рис.1, 2 представлены примеры. По периферии окружности буквенные обозначения - меридиан селезенки-поджелудочной железы соответствует обозначению RP - этот меридиан интересует нас в первую очередь, далее отмечается состояние меридиана тройного обогревателя (TR). При состоянии обострения панкреатита чаще всего будет иметь место напряжение меридиана RP и значительное ослабление меридиана TR. На представленных диаграммах это проявляется в приближении значений на меридиане RP к центру (состояние избытка) и стремление значений меридиана TR к периферии (состояние недостатка). В данных примерах можно видеть проявление еще и сочетанной гастроэнтерологической патологии (ослабление меридианов толстого и тонкого кишечника, чрезмерное напряжение меридианов желчного пузыря и печени).

Для проведения ММ-терапии использовалась серийно выпускаемая КВЧ-терапевтическая установка "Явь-1".

Воздействие проводилось на грудину в области III-IV межреберья, рупор устанавливался вплотную к коже пациента. Назначалось 10 процедур. Экспозиция - 30 минут, длина волны - 7,1 мм. Режим постоянный.

На время проведения ММ-терапии лекарственные препараты исключались. Дополнительно назначались биологически активные препараты, отвары трав.

Павлова Марина 25/04/80 Пятница



Яковлева Наташа 02/06/77 Четверг

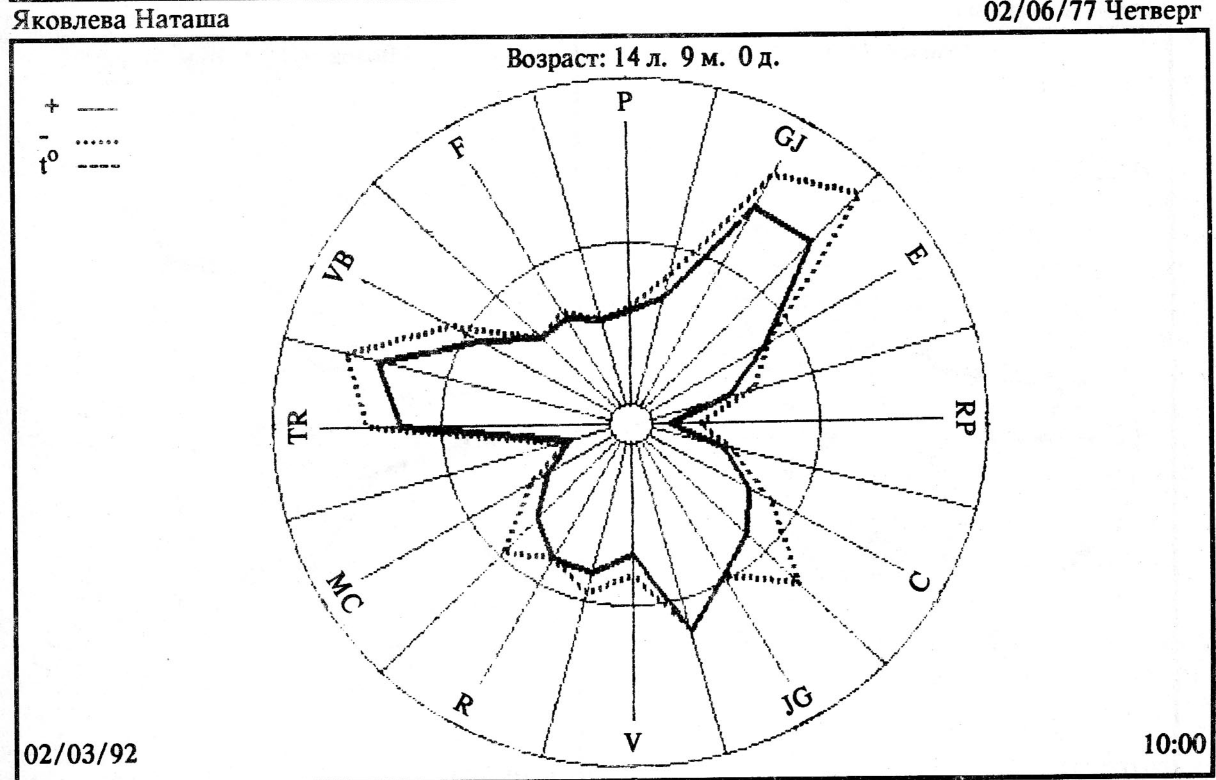
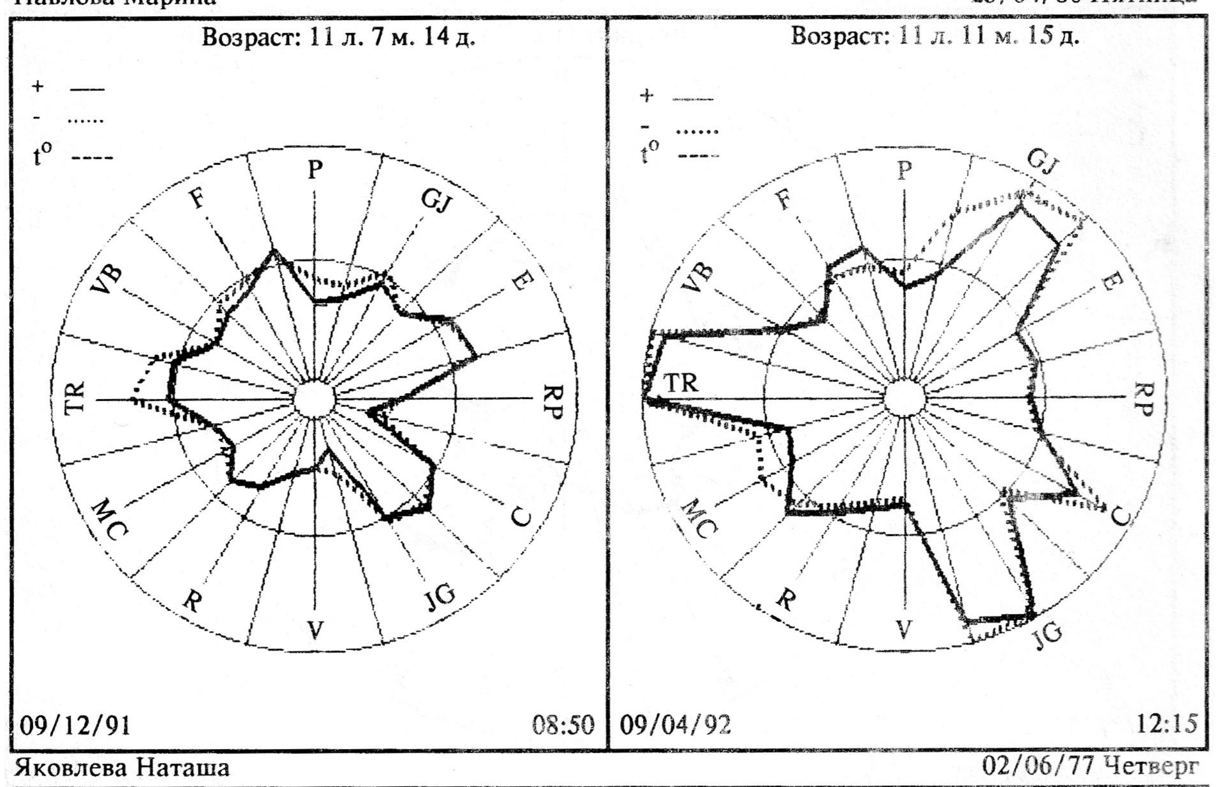


Рис.1. Диаграммы до начала лечения

N 2 Миллиметровые волны в биологии и медицине октябрь, 1993
Опыт медицинского применения КВЧ-излучения

Павлова Марина 25/04/80 Пятница



Яковлева Наташа 02/06/77 Четверг

Возраст: 14 л. 9 м. 0 д.
+ —
- ......
t° ----
P
GJ
E
RP
C
JG
V
R
MC
TR
VB
F
02/09/92
10:00

Возраст: 14 л. 10 м. 18 д.
+ —
- ......
t° ----
P
GJ
E
RP
C
JG
V
R
MC
TR
VB
F
20/04/92
11:40

Рис.2. Состояние больных в процессе лечения

Уже во время проведения ММ-терапии и после нее у всех детей, в отличие от больных контрольной группы, отмечалось исчезновение болей в животе, нормализация аппетита, улучшение сна, повышение эмоционального тонуса, что свидетельствовало о наступлении клинической ремиссии.

Параллельно этому отмечалась положительная динамика в лабораторных показателях: снижалась и достигала нормальных величин активность ферментов в панкреатическом содержимом, нормализовались показатели в протеазно-ингибиторном спектре.

Улучшение состояния больных детей наглядно подтверждалось и показателями меридиональной диагностики. На рис.1, 2 представлена динамика процесса. Меридиан селезенки-поджелудочной железы имеет явную тенденцию к нормализации.

Наш опыт применения ММ-терапии перспективен в плане использования его в случаях длительно не наступающей клинической ремиссии у больных хроническим панкреатитом и сопряженными заболеваниями пищеварительной системы. Не исключено, что этот метод терапии можно использовать и на высоте обострения болезни. К использованию ММ-терапии в таком плане мы приступили.

THE EXPERIENCE OF EHF THERAPY APPLICATION IN A PEDIATRICIAN-GASTROENTEROLOGIST PRACTICE

L.N.Klueva, A.M.Cherednichenko, A.V.Chebykin

Method of mm wave therapy has been used for treatment of more than 50 children suffering from chronic pancreatitis and concomitant diseases of alimentary canal. Irradiation was performed in the area of the breastbone between III-d and IV-th ribs. In the process of mm wave treatment and after it they observed disappearance of stomach-ache, normalization of appetite and improvement of sleep.

Besides all laboratory data ameliorated; ferments activity in pancreatic contents decreased and reached normal values; data relating to the proteaso-inhibitory spectrum got normalized.

ЛЕЧЕНИЕ БОЛЬНЫХ НЕСТАБИЛЬНОЙ СТЕНОКАРДИЕЙ МЕТОДОМ МИЛЛИМЕТРОВОЙ ТЕРАПИИ

А.Ю.Лебедева, И.Г.Щелкунова

Кафедра госпитальной терапии N 1 лечебного факультета
Российского государственного медицинского университета, г. Москва

Введение

Термин "нестабильная стенокардия" объединяет в себе прогрессирующую стенокардию напряжения, впервые возникшую, и спонтанную стенокардию.

По данным большинства авторов предынфарктное состояние в виде появления или нарастания приступов стенокардии наблюдается у 70-80% больных инфарктом миокарда. Следовательно, у большинства больных инфарктом миокарда предынфарктный период протекал в виде одного из клинических вариантов нестабильной стенокардии.

Для этих состояний установлен 4-недельный срок, после которого они уже не рассматриваются как нестабильные. Потенциально наиболее опасный среди всех вариантов - быстро прогрессирующая (в течение нескольких часов и дней) стенокардия [1].

У больных нестабильной стенокардией (НС) атеросклеротический процесс имеет более быстрое, прогрессирующее течение (Moise et al., 1983, цит. по [2]). Однако имеются доказательства, что у значительного количества больных нестабильной стенокардией не отмечается ускоренного развития атероматозных изменений в коронарных артериях (Epstein et al., 1984, цит. по [2]).

Многие авторы говорят о значительной роли вазоспастического механизма в патогенезе нестабильной стенокардии [2].

Традиционная терапия больных НС включает в себя нитраты, β-блокаторы, дезагреганты, антикоагулянты; однако даже при правильном и своевременном назначении этих препаратов не всегда возможно предотвратить инфаркт миокарда.

Также особое значение при НС приобретает "синдром обкрадывания", состоящий в том, что под действием антиангинальных препаратов расширяются преимущественно интактные коронарные сосуды, и увеличение коронарного кровотока сопровождается таким перераспределением крови, что кровоснабжение в бассейне пораженной артерии даже снижается по сравнению с исходным [3].

Все это заставляет врачей искать новые методы лечения нестабильной стенокардии.

Целью настоящего исследования было изучение клинического эффекта и гемореологических изменений при применении ММ-терапии у больных НС.

Методика

Обследовано 60 больных НС (возраст от 38 до 68 лет), из них 38 мужчин, 22 женщины.

Диагноз НС был поставлен на основе типичной клинической и электрокардиологической картины, лейкоцитоза, ферментодиагностики.

38 больных ранее страдали стенокардией напряжения, 12 - перенесли острый инфаркт миокарда.

Контрольная группа состояла из 20 больных, получавших традиционную терапию (гепарин, нитросорбид, аспирин).

Основной группе, состоявшей из 40 больных, проводили курс ММ-терапии, включающий в себя 10 процедур продолжительностью 30 минут каждая. Воздействие проводилось на область правого плечевого сустава аппаратом "Явь-1" на длине

волны 7,1 мм в режиме модуляции частоты. На фоне ММ-терапии больным отменяли антиангинальные препараты и дезагреганты.

Курс ММ-терапии начинался на 1-2 сутки с момента поступления больного в стационар. Если тяжесть ангинозного приступа позволяла не назначать наркотические анальгетики, сеанс ММ-терапии начинали сразу же после поступления больного в стационар. Приводим одно из наблюдений.

Больной М., 58 лет, поступил в клинику с диагнозом: ИБС, нестабильная стенокардия, атеросклероз коронарных артерий , гипертоническая болезнь 2-ой стадии. При поступлении жаловался на давящие боли за грудиной, иррадиирующие в межлопаточную область. Из анамнеза известно, что в течение нескольких лет больного беспокоили боли сжимающего характера в области сердца, возникающие при физической нагрузке, купирующиеся приемом нитроглицерина. Лечился амбулаторно, постоянно принимал нитронг-форте. Ухудшения состояния в течение недели, когда ангинозные приступы участились, стали возникать в покое, в связи с чем после снятия ЭКГ госпитализирован. При поступлении состояние средней тяжести. Кожные покровы обычной окраски. Тоны сердца приглушены, ритм правильный, ЧСС=88 в минуту. На ЭКГ ритм синусовый, признаки гипертрофии левого желудочка, депрессия сегмента ST во всех отведениях, максимальная - в отведениях V1-V4 (5 мм). В анализе крови: Hb=146 г/л, лейкоциты $9{,}3 \cdot 10^9$ $л^{-1}$, КФК повышена до 160 ед/л.

Назначен курс ММ-терапии согласно методике. При записи ЭКГ после первого сеанса, законченного через 40 минут с момента поступления, депрессии сегмента ST отсутствовали. После проведения полного курса ММ-терапии, ЭКГ-контроля, повторного клинического и биохимического анализов крови, гемореологических исследований, УКГ на 14 сутки больной выписан из стационара в удовлетворительном состоянии. Боли не рецидивировали, инфаркт миокарда не сформировался. Больной не получал других видов терапии. При контроле через 6 месяцев состояние удовлетворительное, нитраты постоянно не применяет.

Электрокардиографический контроль проводился после каждого сеанса ММ-терапии.

Состояние реологических свойств крови оценивалось путем определения гематокрита, вязкости крови и плазмы, агрегации тромбоцитов (как спонтанной, так и индуцированной), индекса агрегации и деформации эритроцитов, протромбина и фибриногена [4, 5]. Все показатели исследовались до начала лечения, после 5 процедуры и по окончании всего курса ММ-терапии. Сеансы проводились ежедневно.

Результаты и обсуждение

Положительный клинический эффект был получен после 1-3 сеансов ММ-терапии у 32 из 40 больных. Он заключался в урежении или исчезновении загрудинных болей, снижении их интенсивности, уменьшении количества принимаемого нитроглицерина.

Улучшение клинического состояния больных сопровождалось положительной динамикой ЭКГ в виде исчезновения депрессий сегмента ST и отрицательного зубца Т.

При исследовании гемореологических свойств до начала лечения у большинства больных выявлено увеличение уровня фибриногена в крови, ускорение агрегации тромбоцитов, незначительное повышение вязкости крови и плазмы, повышение индекса агрегации и снижение индекса деформации эритроцитов. Количество тромбоцитов, протромбин и гематокрит оставались в пределах нормы.

После пятого сеанса нами обнаружены следующие закономерности: снижение вязкости крови в среднем на 12%, вязкости плазмы на 11%; уровень фибриногена снизился на 18%, индекс агрегации эритроцитов на 12,7%, агрегация тромбоцитов, индуцированная АДФ в концентрации 2М - на 14%. Индекс деформации эритроцитов увеличился на 8%, количество тромбоцитов, протромбин остались без изменений. Эти изменения сохранялись без значительных отклонений после 10 сеанса ММ-терапии.

В контрольной группе достоверных изменений гемореологических показателей не наблюдалось, однако у 3 больных обнаружено резкое спонтанное снижение агрегации тромбоцитов.

У 8 больных, получавших курс ММ-терапии, не был получен клинический эффект, сохранялись приступы стенокардии, что потребовало назначения антиангинальной терапии. Все эти больные в анамнезе перенесли острый инфаркт миокарда. После окончания терапии изменения реологических свойств были аналогичны показателям у больных с хорошим клиническим эффектом.

Нормализация состояния, нарушений в анализах крови и электрокардиографической картины в основной группе наступала быстрее, чем в контрольной, и средний срок пребывания в стационаре больных, получавших ММ-терапию, был на 4 дня короче, чем в контрольной группе, что согласуется с результатами других работ [6, 7].

За время исследования не было выявлено ни одного случая развития острого инфаркта миокарда у больных, получавших курс ММ-терапии с отменой традиционных препаратов. Нами не отмечено побочных эффектов при применении ММ-терапии.

Таким образом, миллиметровая терапия положительно влияет на патогенез нестабильной стенокардии и необходимы дальнейшие исследования в данной области.

Литература

1. Сыркин А.Л. Инфаркт миокарда.- М.: Медицина.- 1991.- 429 с.

2. Ламбич И.С., Стожинич С.П. Стенокардия.- М.: Медицина.- 1990.- 429 с.

3. Гасилин В.С., Сидоренко Б.А. Стенокардия.- М.: Медицина.- 1987.- 238 с.

4. Моисеев В.Н., Константинов И.В., Левыкина И.Г. Результаты лечения больных ишемической болезнью сердца электромагнитным излучением миллиметрового

диапазона // Миллиметровые волны в медицине.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Т.1.- С. 48-52.

5. Киричук В.Ф., Семенова С.В., Паршина С.С. и др. Влияние сочетанного воздействия лазера и ЭМИ КВЧ диапазона на некоторые показатели свертываемости крови у больных острым инфарктом миокарда // Миллиметровые волны в медицине.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Т.1.- С. 225-229.

6. Родионова Т.М., Захарова Е.И., Лукьянов В.Ф. и др. Состояние микроциркуляции у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями при КВЧ-терапии // Миллиметровые волны в медицине.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Т.1.- С. 63-67.

7. Ганелина И.Е., Степанова Т.А., Корнеев Т.А. Опыт применения миллиметрового излучения низкой интенсивности в комплексной терапии больных ИБС, страдающих тяжелой стенокардией // Миллиметровые волны в медицине.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Т.1.- С. 40-48.

TREATMENT OF PATIENTS WITH NONSTABLE STENOCARDIA WITH A MM-THERAPY METHOD

A.Yu.Lebedeva and I.G.Shchelkunova

The results of treatment of 40 patients with nonstable stenocardia are presented. The mono-millimeter therapy method was applied, the "Yav-1" therapy device was used (7.1 mm wavelength). The control of the patient state was done by ECG, the determination of gematocrit, blood and plasma viscosity, thrombocytes aggregation, erythrocytes, prothrombin and fibrinogen aggregation and deformation indices.

The positive clinical effect was obtained for 32 from 40 patients after 1-3 seances of mm-therapy. Besides imprcvement of the subjective state, disappearance of depressions ST segment and negative tooth T was observed and also decrease of blood and plasma viscosity, level of fibrinogen, the aggregation indices of erythrocytes and thrombocytes. In the experimental group not a single case of keen myocardial infarction development was observed.

СЛУЧАЙ ЛЕЧЕНИЯ СТРЕПТОКОККОВОГО ИМПЕТИГО МЕТОДОМ МИЛЛИМЕТРОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

А.Ю.Лебедева

Кафедра госпитальной терапии N 1 лечебного факультета
Российского государственного медицинского университета, г.Москва

Пиодермия - группа заболеваний кожи, основным симптомом которых является нагноение.

В патогенезе заболевания важную роль играют эндогенные нарушения (сахарный диабет, болезни крови, отклонения в витаминном обмене, желудочно-кишечные расстройства, заболевания печени, иммунологические нарушения), экзогенные воздействия (микротравмы, потертости, охлаждение и перегревание, неполноценное питание) и длительное лечение кортикостероидами и цитостатиками.

По этиологическому принципу различают стафилодермию и стрептодермию.

Основным морфологическим элементом стрептодермии является фликтена - полость в эпидермисе с тонкой и дряблой мембраной, заполненная серозно-гнойным или гнойным содержимым.

Различают стрептококковое импетиго, буллезное импетиго и вульгарную эктиму.

Стрептококковое импетиго - контагиозное заболевание, поражающее детей и молодых женщин. Традиционная терапия заключается в соблюдении правил гигиены, обработке очагов анилиновыми красителями, мазями, содержащими антибиотики, а при хронических формах - антибиотики, сульфаниламиды, аутогемотерапия, физиотерапия и витамины.

Несмотря на проводимую терапию хронические формы заболевания трудно поддаются лечению. Приводим наблюдение.

К нам обратилась больная И., 23 лет, которая в течение 8 лет наблюдалась в кожно-венерологическом диспансере по месту жительства с диагнозом: хроническое стрептококковое импетиго. Из анамнеза известно, что заболевание началось в возрасте 15 лет, когда после перенесенной ангины появились единичные фликтены на коже лица. С этого времени заболевание продолжалось непрерывно, обострения носили сезонный характер (весна и осень) и проявлялись в увеличении количества фликтен, появлении сливных очагов. Больная получала лечение: местно - анилиновые красители, мази с левомицетином, гентамицином; курс аутотерапии 2 раза в год, ультрафиолетовое облучение кожи. Значительного эффекта не отмечалось.

Из сопутствующих заболеваний больная страдает хроническим гастритом с повышенной секреторной функцией.

На момент обращения состояние пациентки удовлетворительное. Жалобы на высыпания в области левой ушной раковины, на коже лба, трещины в углах рта, зуд, жжение в зоне высыпаний, изжога, боли в эпигастрии натощак.

Объективно: кожные покровы обычной окраски. На коже лба, левой ушной раковины, в углах рта многочисленные фликтены, окаймленные ободком гиперемии, поверхностные эрозии розового цвета, отделяющие обильный экссудат, желто-коричневые массивные корки. В легких - везикулярное дыхание. Тоны сердца ясные, ритм правильный. Живот мягкий, умеренно болезненный при пальпации в эпигастрии. На ЭКГ ритм синусовый, нормальное положение электрической оси сердца. Общий анализ крови: Н 126 г/л, лейкоциты - $8{,}2 \times 10^9 л^{-1}$, п/я - 4, с/я - 64, э - 3, л - 28, м - 1, СОЭ - 18 мм/ч. Анализ мочи без патологических изменений. На ЭГДС - признаки поверхностного эрозивного гастрита.

Был назначен курс ММ-терапии на аппарате "Явь-1" (длина волны 5,6 мм, режим частотной модуляции), состоявший из 10 процедур продолжительностью

30 мин. Зоной облучения была выбрана нижняя треть грудины. Сеансы проводились через день. ММ-терапия сочеталась с обработкой фликтен анилиновыми красителями.

После 3-й процедуры поверхность эрозий покрылась медово-желтыми корками, по отпадении которых к 5-му сеансу обнаружились розовые пятна. К этому же времени исчезли трещины в углах рта, прекратился зуд, перестала беспокоить изжога.

После 8-й процедуры розовые пятна практически исчезли, сохранившись только в области самых глубоких фликтен на ушной раковине. К окончанию курса ММ-терапии кожные покровы лица чистые, пятен нет. Повторные анализы крови без изменений, на контрольной ЭГДС - признаки поверхностного гастрита, эрозий нет.

За время наблюдения больной в течение года заболевание не рецидивировало, несмотря на беременность и роды, которые могут являться провоцирующим фактором возникновения пиодермий.

Таким образом, представляется интересным исследование возможности применения ММ-терапии для лечения пиодермий различной этиологии, а также изучение механизмов, лежащих в основе такой терапии.

TREATMENT OF A STREPTOCOCCIC IMPETIGO WITH MILLIMETER THERAPY METHODS

A.Yu.Lebedeva

Treatment of streptodermia is described when the "Yav-1" device was applied (5.6 mm wavelength).

After the course of 10 procedures the woman-patient who had suffered for 8 years from the streptococcic impetigo was practically cured. Next year the relapse of this disease was not observed despite the pregnancy and child birth.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Б.М.Попов

Отделение восстановительного лечения поликлиники ТМО-2,
г.Усть-Илимск

Актуальность разработки новых эффективных методов лечения больных сахарным диабетом не вызывает сомнения. Однако недостаточное знание этиологии заболевания не позволяет в настоящее время проводить направленное медикамен-

тозное лечение на восстановление клеток в островках "Лангерганса" поджелудочной железы. В связи с этим изучаются различные возможности применения физических методов лечения.

Нами использовался метод воздействия миллиметровыми волнами крайне высокой частоты в комплексном лечении больных сахарным диабетом. Учитывался полученный в ряде публикаций факт, что ММ-волны улучшают реологические свойства крови, нормализуют ее микроциркуляцию, стимулируют иммунный статус организма, способствуют регенерации клеток. Все это приводит к увеличению выработки инсулина клетками поджелудочной железы, его транспортировке к органам-мишеням, уменьшению потребности организма в инсулине, нормализации выработки контринсулярных гормонов и т.д.

Лечение осуществлялось с применением серийно выпускаемых аппаратов "Явь-1" на длинах волн 5,6 и 7,1 мм при плотности потока падающей мощности 10 мВт/см^2, а также аппаратом "Электроника-КВЧ" на длине волны 4,9 мм; облучение проводилось немодулированным сигналом.

Воздействие на зону Захарьина-Геда в эпигастральной области осуществлялось аппаратом "Явь-1" на длинах волн 5,6 и 7,1 мм (по 5 процедур, длительность каждой - 30 мин). Аппаратом "Электроника-КВЧ" облучали биологически активную точку "Хе-Гу" на длине волны 4,9 мм (длительность процедуры 15 мин) и местно при наличии осложнений.При лечении ангиопатии сосудов нижних конечностей и трофических язв использовали следующие приемы: рупор устанавливался на край раны с захватом здоровой и больной ткани; при отсутствии язвы - на область крупных магистральных сосудов; при полинейропатии - на точки наибольшей болезненности при пальпации; при энцефалопатии - на правый плечевой сустав. Общее время воздействия за один сеанс не превышало 60 минут. Обычно проводилось 10 сеансов, а при наличии осложнений сахарного диабета - до 20 сеансов.

Таблица 1

Распределение больных сахарным диабетом по возрасту

Количество больных сахарным диабетом	Возраст в годах				
	16-20	20-30	30-40	40-50	старше 50
I-м типом	8	12	11	8	3
II-м типом	-	-	2	16	6

ММ-терапия проводилась в специально оборудованном кабинете в сочетании с музыкотерапией (использовались специально подобранные музыкальные произведения), ароматерапией (распылялись запахи розы, сосновых и пихтовых почек) и рациональной психотерапией. Все больные получали соответствующую медикаментозную терапию. Проводилась инсулотерапия больных I типом (инсулинозависимым) сахарного диабета таблетированными сахароснижающими препаратами: манинил, адебит. Больным II типом (инсулинонезависимым) сахарного диабета на протяжении курса лечения проводилась коррекция дозы сахароснижающих препаратов. Кроме этого больным назначалась обычная симптоматическая терапия в зависимости от осложнений заболевания.

Таблица 2

Распределение больных по длительности заболевания сахарным диабетом

Количество больных сахарным диабетом	Возраст в годах				
	до 1	1-5	5-10	10-20	более 20
I-м типом	4	7	16	10	5
II-м типом	-	3	11	6	4

Всего пролечено 66 больных: 42 - сахарным диабетом I типа, 24 - сахарным диабетом II типа. 40% этих больных принимали лечение, находясь в стационаре, остальные находились на амбулаторном лечении с освобождением от работы. Больные получали обычное питание, исключая легкоусвояемые углеводы. Контроль за эффективностью лечения осуществлялся по данным клинического наблюдения, лабораторным исследованиям уровня сахара в крови и моче (глюкозурический профиль: сахар в 4-х порциях мочи с 8.00 до 12.00 ч, с 12.00 до 18.00 ч, с 18.00 до 22.00 ч, с 22.00 до 8.00 ч; сахар в крови в 8.00, 11.00, 13.00 ч и дополнительно больным, находящимся на стационарном лечении, в 15.00 и 22.00 ч). Исследования уровня сахара в моче и крови проводились после 3, 5 и 7-й процедур ММ-облучения. Кроме этого больные с осложнениями сахарного диабета осматривались в зависимости от выраженности симптомов, осложнений невропатологом, окулистом, хирургом, психиатром до начала лечения и в конце курса.

Наблюдение за больными, получающими комплексную терапию, показало, что переносимость ММ-терапии хорошая. Однако необходимо отметить, что у 93% больных после 2-й, реже после 3-й процедуры отмечалось небольшое ухудшение состояния, проявляющееся в появлении слабости, сонливости, головных болей. Выраженность этих симптомов различная у разных групп больных и зависит от возраста больного и степени тяжести сахарного диабета. После 4 - 5-й процедур все эти симптомы проходят. Почти все больные отмечают улучшение настроения, появление бодрости, уменьшаются или полностью исчезают ранее имеющиеся головные боли, уменьшается уровень сахара в моче и крови. После 5 - 6-й процедур у всех больных проводилась коррекция дозы вводимого инсулина. В среднем доза инсулина уменьшалась на 2-4 ед., таблетированных сахароснижающих препаратов - на 0,5 - 1 таблетку. К концу лечения доза инсулина снижалась в среднем на 10 - 14 ед., количество таблеток на 1 - 2. Наибольшее снижение дозы инсулина отмечалось у 8-ми больных (на 30 - 40 ед.), а 4-м больным полностью отменены лекарства и они оставлены на диете. У 2-х больных после 20-ти процедур закрылись длительно не заживающие трофические язвы. У 6-ти больных, лечение которых проводилось комбинированием ММ-терапии, иглорефлексотерапии и введением кислорода под кожу, исчезли симптомы полинейропатии.

Практически у всех больных отмечено уменьшение симптомов осложнений диабета, что подтверждено врачами, проводившими повторную консультацию данных больных. Хороший эффект при диабетическом кетоацидозе дает применение ММ-терапии, проводимой на фоне специфической терапии. Это приводит к более быстрому выходу больного из кетоацидоза с использованием меньшего количества медикаментов и без осложнений.

Таким образом, можно заключить, что ММ-терапия, используемая при сахарном диабете, дает положительный эффект у всех больных, причем значительно лучший клинический эффект получен в условиях стационара. При сочетании ММ- и медикаментозной терапии ускоряется процесс лечения, улучшаются его результаты. Это касается в первую очередь процессов микроциркуляции.

ESTIMATION OF MM-WAVE RADIATION EFFECTIVENESS IN CASE OF A COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH DIABETES

B.M.Popov

The mm-wave therapy method was used for treatment of patients with diabetes. In the basis of this approach was the fact that mm-waves improve significantly rheological blood properties, normalize its microcirculation, stimulate the immune status which must result in increase of insulin generation by the pancreas cells and decrease of the organism demand in insulin.

66 patients have been treated with the "Yav-1" (5.6 and 7.1 mm wavelengths) and the "Elektronika-KVCh" (4.9 mm wavelength) devices. Zachariin-Geda zone in epigastrium and "He-Goo" biologically active points were subjected to irradiation. The effectiveness control was performed by clinical data and laboratory investigations. After the 5th and 6th exposures the dose of the injected insulin decreased by 2-4 units. Practically all the patients displayed reduction of the disease symptoms, mood improvement, cheerfulness, disappearance or reduction headaches.

ПРИМЕР ЛЕЧЕНИЯ ТРАВМАТИЧЕСКОГО АРАХНОИДИТА С ЛИКВОРОДИНАМИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ

Л.Н.Долгорукова

Больница N7 учреждения 299, г.Тавда Свердловской обл.

Больная К., 1944 г.р., в результате несчастного случая на производстве получила закрытую травму мозга в августе 1988 года с потерей сознания на несколько часов. С марта 1989 года она была признана инвалидом второй группы по поводу последствий закрытой травмы мозга, травматического арахноидита с ликвородинамическими нарушениями.

Периоды ухудшения самочувствия у больной сопровождаются головной болью распирающего характера, головокружением, тошнотой, неустойчивостью походки, бессонницей, слабостью. В такие моменты регистрируются неустойчивые значения АД от 120/80 до 160/90 мм рт. ст.

В неврологическом статусе легкая асимметрия лица, легкий горизонтальный нистагм. Сухожильные рефлексы высокие с акцентом слева. Больная неустойчива в позе Ромберга, координационные пробы выполняет нечетко. Наблюдается тремор

пальцев при выполнении проб, снижение памяти и концентрации внимания. На глазном дне: диски зрительных нервов бледно-розовые с четкими контурами, вены насыщены, расширены.

Краниограмма без особенностей. В связи с ухудшением самочувствия и усилением головных болей пациентке амбулаторно была назначена ММ-терапия на затылочную область (затылочные бугры) по 6 минут с обеих сторон и на грудину 6 минут. Первую неделю лечение проводилось аппаратом "Электроника КВЧ-101". Затылочная область облучалась в режиме непрерывной генерации, грудина - импульсной генерации. Со второй недели облучение проводилось аппаратом "Явь-1" с длиной волны 7,1 мм. В дальнейшем больная отдала предпочтение этому аппарату, т.к. заметила улучшение после первого же сеанса. Лечение с помощью ММ-терапии сочеталось с приемом ноотропов, сосудистых средств. В процессе лечения у пациентки повысилось настроение, исчезла головная боль, появился интерес к жизни, улучшились сон и общее самочувствие. Во время и после проведения сеанса у больной появлялась сонливость. Со второй недели лечения стабилизировалось АД на значении 120/80 мм рт.ст. Курс лечения составил 15 сеансов: 5 дней - лечение, 2 дня - перерыв.

Больной рекомендовано провести повторный курс лечения через 3 месяца.

ONE CASE OF MM-THERAPY APPLICATION IN TREATMENT OF CONSEQUENCES OF A INNER CRANIAL-CEREBRAL TRAUMA

L.N.Dolgorukova

There is given a description of the "Elektronika-101" and "Yav-1" therapy devices (wavelengths are 4.1 and 7.1 mm respectively) application for treatment of a patient with consequences of a inner cerebral trauma and traumatic arachnoiditis accompanied with liquordynamic disturbances. After the course of 15 procedures the clinical state substantially improved: the persistent headaches disappeared, sleep, mood and the patient's general conditions became better, an interest to life appeared.

ПРИМЕНЕНИЕ МИЛЛИМЕТРОВОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ НЕКОТОРЫХ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

А.Г.Логвиненко, С.И.Логвиненко, И.А.Логвиненко

Центр биомедицинской диагностики, г.Актюбинск, Республика Казахстан

Известен опыт использования миллиметровой терапии (ММ-терапии) в ведущих клиниках внутренних болезней [1, 2]. Получены удовлетворительные результаты при лечении язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки, гипертонической болезни, бронхиальной астмы и других заболеваний.

Целью настоящей работы явилось внедрение этого метода при лечении некоторых хронических заболеваний работников промышленных предприятий, работающих в сфере производства. Предупреждение рецидивов хронических заболеваний не только сохраняет здоровье, но и ведет к снижению дней временной утраты трудоспособности на производстве.

Для достижения такой цели мы избрали следующую схему проводимых мероприятий:

1) углубленная диагностика состояния здоровья пациентов;

2) лечение методом ММ-терапии;

3) контроль за эффективностью лечения.

В течение одного года было обследовано 532 человека. Из них 434 - женщины в возрасте от 23 до 57 лет и 98 - мужчины от 26 до 65 лет. Обследование проводилось на компьютерной системе донозологической диагностики с построением индивидуальной диаграммы "Профиля здоровья" на компьютерной кардиологической системе "Кармон", включающей мониторинг и расшифровку ЭКГ с выходом данных по частотному анализу ритма сердечных сокращений с расчетом наиболее, на наш взгляд, информативных параметров ритмограммы: мода, ее амплитуда, вариационный размах и индекс напряжения (ИН) - показателя, предназначенного для оценки степени напряжения регуляторных механизмов. При необходимости дополнительно нашим пациентам проводилось УЗИ, ФГС, а в ряде случаев и общий анализ крови. В результате проведенного обследования у 47% пациентов установлены точные диагнозы и 196 больным рекомендовано лечение методом миллиметровой терапии. Контроль за процессом лечения проводили путем компьютерного анализа ритма сердца с расчетом ИН. У большей половины пациентов, проходивших курс лечения методом ММ-терапии, ИН имел значения значительно ниже (ИН=4) и выше (ИН=758) показателей, принятых за норму.

Как известно [3, 4], вариационная пульсометрия - методика исследования и оценки вегетативной регуляции и функционального состояния синусового узла, являющегося в норме водителем ритма и определяющего режим функционирования сердца в зависимости от состояния организма и воздействия на него различных факторов внешней окружающей среды. Таким образом, синусовый узел в определенной мере можно рассматривать как индикатор состояния организма. За нормальную величину показателя ИН мы приняли его значения от 80 до 140 условных единиц.

Распределение количества больных по нозологиям представлено в таблице, где также показаны заболевания, лечение которых мы проводили в сочетании с лекарственными препаратами. Таким образом, общее количество больных, прошедших полный курс лечения (8-12 сеансов), составило 182 человека.

В качестве основной методики лечения нами использована методика многозональной ММ-терапии [2], однако в ряде случаев для сравнительного анализа применялась компьютерная система IC-MICROT расчета биологически активных точек (БАТ) для воздействия на них источником низкоинтенсивного электромагнитного излучения. В настоящей работе использованы разрешенные к применению в прак-

тической медицине аппараты "Явь-1" (длины волн 5,6 и 7,1 мм) и "Электроника-КВЧ" (длина волны 4,9 мм).

Перед началом лечения и затем через каждые 2 сеанса проводили анализ ритмограммы с расчетом ИН, измеряли артериальное давление, а в конце лечения (по показаниям) проводили ФГС, общий анализ крови. Характерным оказался тот факт, что происходило целенаправленное изменение значения ИН в сторону его нормализации как со стороны низких, так и со стороны высоких его величин, что, вероятно, действительно [4] свидетельствует о стремлении вегетативной нервной системы к балансу симпатического и парасимпатического отделов. Аналогичный эффект, но несколько в меньшей степени, имеет место и с артериальным давлением: оно стремится к некоторой индивидуальной норме. У всех больных явно улучшалось общее самочувствие, как правило улучшался сон. У некоторых больных некалькулезным холециститом наблюдался дренажный эффект. У больных остеохондрозом позвоночника и деформирующим остеоартрозом суставов уменьшались боли ко 2-3 сеансу без применения лекарственных препаратов. Хороший седативный эффект оказывает ММ-терапия больным нейроциркуляторной дистонией, а также купирует болевой синдром в области сердца.

Таблица

Нозологическая форма	Способ лечения методом ММ-терапии	Количество больных	Эффективность лечения, %
Остеохондроз позвоночника	монотерапия	23	86.9
Деформирующий остеоартроз суставов	монотерапия	17	82,3
Хронический пиелонефрит	в сочетании с уросептиками	28	91,4
Язвенная болезнь желудка и 12-п.к.	в комбинации с лекарств. средствами	18	94.4
Хронический некалькулезный холецистит	монотерапия	14	92,8
Нейроциркуляторная дистония	монотерапия	19	94,7
Псориаз, ограниченная склеродермия, нейродермит	монотерапия	10	90,0
Стенокардия	монотерапия	9	33,3
Аллергические реакции	монотерапия, два курса лечения	16	87,5
Хронический бронхит	в сочетании с антибиотиками	17	88,2
Хронический гайморит	монотерапия	11	72,7

Больные с аллергической реакцией (крапивница, вазомоторный ринит), действие которой проявлялось во время цветения трав, после проведения ММ-терапии лето провели с минимальным приемом десенсибилизирующих препаратов. У больных хроническим пиелонефритом отмечалось уменьшение боли в поясничной области на 4-5 сеансе, снижалось артериальное давление. Однако больным с выраженной лейкоцитурией при ММ-терапии назначали фитотерапию, уросептики.

Таким образом, применение ММ-терапии в сочетании с лекарственными препаратами (как и в режиме монотерапии) отрицательных побочных действий не

вызывает и оказывается весьма эффективным методом лечения. Сравнительный анализ методик лечения позволяет нам отдать предпочтение методике многозональной ММ-терапии [2]. В качестве показателя реакции организма на воздействие низкоинтенсивного электромагнитного излучения могут быть использованы показатели ритмограммы, в частности значение индекса напряжения регуляторных систем, однако для определения эффективности применения метода ММ-терапии, очевидно, необходима комплексная оценка результатов проведенного лечения.

Литература

1. Веткин А.Н. Клинические аспекты КВЧ-терапии // Избранные вопросы КВЧ-терапии в клинической практике: Сб. докл.- М.: МО СССР, 1991.- Вып.61.- N4.- С. 66-86.

2. Теппоне М.В. Методика многозональной КВЧ-терапии // Избранные вопросы КВЧ-терапии в клинической практике: Сб. докл.- М.: МО СССР, 1991.- Вып.61.- N4.- С.128-141.

3. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии.- М.- 1979.

4. Волин С.А., Циунчик М.Л. Методика контроля эффективности лечения при КВЧ терапии // Миллиметровые волны в медицине.- М.: ИРЭ АН СССР, 1991.- Т.2.- С.490-495.

MM-WAVE THERAPY FOR TREATMENT OF SOME CHRONIC DISEASES

A.G.Logvinenko, S.I.Logvinenko, I.A.Logvinenko

MM-wave therapy has been used for treatment of 532 patients suffering from various chronic diseases (osteochondritis of the spinal column, chronic pyelonephritis, psoriasis, allergic reactions, chronic bronchitis and others). The "Yav-1" (5.6 and 7.1 mm) and "Elektronika" (4.9 mm) were used. A rather positive effect of mm-wave radiation has been observed in treatment of the above said diseases (both in case of mono-therapy and in combination with drugs).

О НЕКОТОРЫХ ОСЛОЖНЕНИЯХ КВЧ-ТЕРАПИИ

В.Т.Гунько, Н.М.Кожина

Городская больница N31, г. Харьков, Украина

Пролечено 528 больных. Использовали аппараты "Явь-1" и "Явь-103" с длиной волны 5,6 и 7,1 мм как на постоянной частоте, так и в режиме частотной модуляции. Лечение проводили при хронических (язвенная болезнь, хронические воспалитель-

ные заболевания различных органов, ИБС, гипертоническая болезнь и др.) и острых (пневмония, бронхиты, ангина, ОРЗ и др.) заболеваниях.

В зависимости от состояния продолжительность процедуры составляла от 15 минут до 1 часа. Количество сеансов колебалось от 5 до 18.

В литературе мы не нашли данных об осложнениях при использовании ММ-терапии. Однако, по нашему мнению, при использовании данного метода лечения могут быть некоторые побочные явления.

Нами наблюдались 3-е больных, у которых в процессе лечения электромагнитными колебаниями нетепловой интенсивности возникли изменения со стороны кожи.

Больная М., 36 лет, находилась на лечении по поводу ревматоидного полиартрита, шпоры левой пяточной кости с 24.09 по 14.10.1991 года. Диагноз пяточной шпоры подтвержден рентгенологически. По назначению участкового терапевта было сделано по 4 иньекции вольтарена и витаминов B_1 и B_6, после чего ночью возник приступ удушья типа бронхиальной астмы. Лекарственная терапия была отменена. Приступы удушья больше не повторялись.

ММ-терапия была назначена на 3-й день лечения. Через пять дней состояние пациентки заметно улучшилось. Припухлость голеностопных суставов уменьшилась, уменьшились боли в области левой пятки.

На 5-й день применения ММ-терапии появилась зудящая уртикарная сыпь в области груди, живота, которая к 7-му дню распространилась на все тело. Никакого лечения в связи с этим больная не принимала. Примерно через 10 дней после окончания ММ-терапии сыпь исчезла.

Через 3 месяца больная проходила повторный курс лечения. Снова на 5-й день возникла уртикарная сыпь, исчезнувшая через 1,5 недели после окончания курса лечения.

Больная Я., 46 лет. Прошла 2 курса лечения по поводу псориаза. Первый курс-18 процедур, второй - 15 процедур.

Каждый раз на 5-7 день появлялась зудящая уртикарная сыпь по всему телу, исчезающая по окончании лечения.

Больной Г., 54 лет, начиная с 10.06.1991 года прошел 3 курса лечения по поводу язвенной болезни 12-перстной кишки. Каждый раз на 5-7 день появлялась зудящая сыпь типа крапивницы по всему телу. С прекращением лечения сыпь исчезала.

Во всех описанных случаях лечение основного заболевания было эффективным. Нужно отметить, что появление крапивницы наблюдалось при применении ММ-терапии на рефлексогенные зоны и местно.

Используя в последнее время ММ-терапию для воздействия на электропунктурные точки, никаких осложнений не наблюдали.

Приведенные данные свидетельствуют о необходимости более глубокого изучения механизма влияния ММ-терапии на иммунную систему.

Использование нами электропунктурной диагностики по Фолю представляется наиболее перспективным в вопросах диагностики и подбора точек для ММ-терапии.

SOME COMPLICATIONS OF EHF THERAPY

V.T.Gunko and N.M.Kozhina

Some concomitant complications have been observed in the course of EHF radiation treatment. Three patients being treated for rheumatic polyarthritis, psoriasis and duodenum ulcer got urticarial rush on the 5th day of the treatment which disappeared as a rule on the 2nd or 10th days after the treatment ended. However in the all described cases treatment of the main disease was effective. Besides when the same mm-wave treatment was administered to the same patients but acupuncture points were only irradiated the authors did not observe any complications.



Готовятся к изданию:

1. Biological Effects of the Millimeter Waves of Low Intensity (Edited by Academician **N.D.Devyatkov** and Professor **O.V.Betskii**).-Moscow, 1993.
2. **Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.** Проблемы теории и практика применения ММ-волн в биологии и медицине.

Заказать книги можно через редакцию журнала.

Тел.: (095) 203-47-89.

Подписано в печать 10.11.1993 г. Формат 60x84/8. Объем 12.55 усл.п.л.
Тираж 500 экз. Ротапринт ИРЭ РАН. Зак. 174. Цена договорная.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Журнал "Миллиметровые волны в биологии и медицине" публикует теоретические, обзорные и экспериментальные работы по вопросам взаимодействия миллиметровых волн с биологическими объектами, а также клинические материалы. В зависимости от характера поступивших работ они могут быть объединены в следующие рубрики: 1) экспериментальные, теоретические, обзорные и клинические статьи; 2) краткие сообщения; 3) методические разработки; 4) библиография; 5) хроника научной жизни; 6) реклама. В журнале печатаются статьи, ранее нигде не опубликованные. Не принимаются к публикации предварительные сообщения по незаконченным экспериментальным работам. При оформлении статей следует соблюдать следующие правила:

1. На первой странице перед текстом статьи размещаются название статьи, инициалы и фамилия автора (авторов), название учреждения (учреждений), в котором выполнена работа, город. Перед заглавием статьи, в левом верхнем углу, необходимо указать индекс УДК.
2. Статья, направляемая в редакцию (включая таблицы, список литературы, резюме, подписи к рисункам), должна быть напечатана на пишущей машинке на одной стороне листа через два интервала (рабочее поле 160x240 см). Присылаются первый и второй машинописные экземпляры.
3. Объем работы не должен превышать 8-10 машинописных страниц для оригинальных и 4 страниц для кратких сообщений, рецензии - в пределах 5 страниц машинописного текста.
4. Оригинальные статьи должны быть написаны по следующему плану: введение, в котором необходимо кратко изложить состояние вопроса, привести основные литературные данные и обосновать цель работы; материалы и методы; полученные результаты, обсуждение и выводы. Каждый раздел в статье должен быть выделен и иметь соответствующий заголовок.
5. Автор обязан аккуратно разместить все формулы и отдельные символы так, чтобы было ясно, где следует набирать прописные или строчные буквы русского, греческого, латинского или готического алфавитов, индексы и показатели степени. Следует избегать излишних математических выкладок и формул.
6. Все цитаты, приводимые в статьях, должны быть тщательно выверены и на полях подписаны автором (в сноске обязательно указать наименование, издание, год, том, выпуск, страницу цитируемого источника).
7. Единицы измерения выражают в соответствии с системой СИ. Данные клинических и лабораторных исследований также приводят в соответствии с единицами СИ в медицине (температуру следует выражать в градусах Цельсия (°С).
8. Сокращения слов, имен, названий учреждений, терминов (кроме общепринятых сокращений мер, физических, химических и математических величин) не допускаются. Рекомендуем употреблять вместо термина КВЧ - миллиметровые волны (ММ-волны).
9. Рисунок должен быть выполнен в черном цвете максимально четко. Число рисунков не должно превышать четырех (для кратких сообщений - двух). Размер рисунка не более 13x18 см. Подписи к рисункам печатаются на отдельном листе.
10. Таблицы (не более двух) и все графы в них должны иметь заголовки, сокращения слов в таблицах не допускаются. Таблицы в одну строку не допускаются.
11. В тексте и на полях статьи необходимо отметить места размещения рисунков и таблиц (рис. 1, табл. 1 и т.д.).
12. Список литературы должен включать только те источники, которые упоминаются в тексте статьи и имеют непосредственное отношение к теме исследования, число ссылок не более 20 (для обзорных статей - 40, для кратких сообщений - 4). Ссылки даются по мере упоминания в тексте.
13. В списке литературы обязательно указывать фамилии и инициалы авторов, название статьи, журнал, год, том, номер, страницы (для журнала) или название книги, город, издательство, год, количество страниц (для книги). При оформлении ссылки на статью из журнала (сборника) название статьи и название журнала (сборника) разделяют двумя косыми чертами. Неопубликованные работы и работы, только принятые в печать, в список литературы не включаются. Для статей, написанных коллективом авторов (более 4), указываются первые 3 автора, а далее ставится "и др.". Если авторов всего 4, то указываются все фамилии.
14. В тексте, упоминая источник, следует присваивать ему порядковый номер, заключая его в квадратные скобки.
15. К статьям и кратким сообщениям необходимо приложить аннотацию (1/3 стр.) в двух экземплярах на русском и английском языках.
16. Статья обязательно должна быть подписана автором (авторами) с указанием фамилии, имени, отчества (полностью), точного почтового адреса, телефона.
17. Редакция оставляет за собой право исправления и сокращения присланных статей.
18. При несоблюдении указанных правил статьи возвращаются авторам без рассмотрения.

Доводим до сведения авторов, что журнал "Миллиметровые волны в биологии и медицине" безгонорарный.